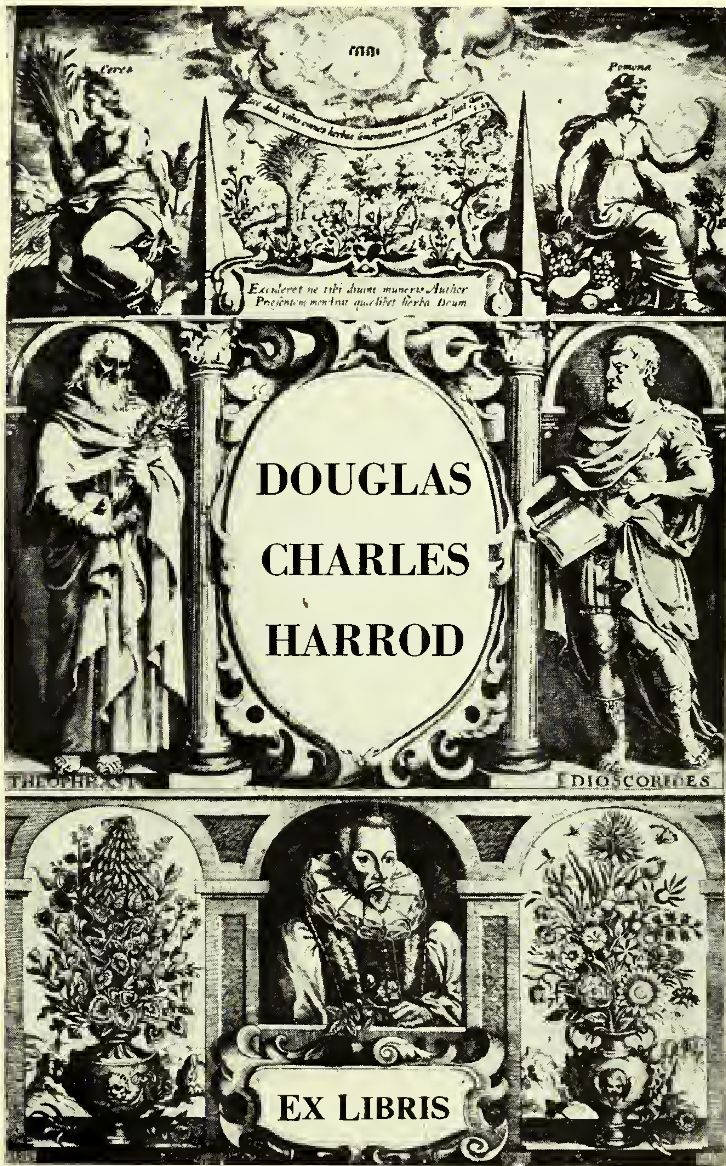



Ceres
Pomona
DOUGLAS
CHARLES
HARROD
DIOSCORIDES
EX LIBRIS

Douglas C Harrod

ANATOMISCHER ATLAS

DER

PHARMAKOGNOSIE UND NAHRUNGSMITTELKUNDE

VON

DR. A. TSCHIRCH,
PROFESSOR DER PHARMAKOGNOSIE UND DIREKTOR DES PHARMAZEUT. INSTITUTES DER UNIVERSITÄT BERN.

UND

DR. O. OESTERLE,
PRIVATDOZENT DER PHARMAKOGNOSIE AN DER UNIVERSITÄT BERN.

CA. 2000 ORIGINALZEICHNUNGEN AUF 81 TAFELN
MIT BEGLEITENDEM TEXT.



Die Pharmakognosie hat keine anderen Methoden als die der reinen Botanik und reinen Chemie, wohl aber eine andere Fragestellung, andere Aufgaben und Ziele.

LEIPZIG
CHR. HERM. TAUCHNITZ
1900.


KINGS COLLEGE
LONDON

Generalregister für das ganze Werk.

Verzeichnis der benutzten Abkürzungen.

A. Achse.
al. Aleuron.
And. Androeceum.
anth. Antheren.
anthw. Antherenwand.
Ap. Apothecium.
Ar. Arillus.
asc. Ascus.

B. Bastfasern.
b. Basalzelle.
bl. Blatt.
bla. Blattanlagen.
blb. Blütenboden.
bo. Borke.
bst. Blütenstiel.
bsp. Blattspur.

c. Kambium.
cb. Kambiform.
Chal. Chalaza.
chl. Chlorophyllkörner.
chro. Chromatophoren.
col. Kollenchym.
com. Kommissur.
con. Konnektiv der Antheren
cost. Costae, Rippen.
cot. Kotyledonen.
cph. Karpophor, Fruchtträger.
cut. Kuticula.
cyst. Cystolith.

D. Deckblatt.
De. Deckel.
Dis. Diskus.
dr. Drüse.

ed, end. Endodermis.
Ek. Endokarp, innere Fruchtschale.
Em. Embryo, Keimling.
Ems. Embryosack.
End. Endosperm, Nährgewebe.
Ep, ep. Epidermis.
Epo. Obere Epidermis.
Epu. Untere Epidermis.
Er. Ersatzfasern.

fib. Fibröse Schicht der Antherenwand.
fil. Filament.
fk. Fruchtknoten.
fkw. Fruchtknotenwand.
fr. Frucht.
frs. Fruchtschale.
frw. Fruchtwand.
fun. Funiculus.

ge. Granne.
gf. Gefäfs.
gfb. Gefäfsbündel.
gfbe. Gefäfsbündelendigungen.
gl. Gluma.
glt. Geleitzellen.
gR. Gemischter Ring.
gr. Grofszellen.
Grf. Griffel.
Grfk. Griffelkanal.
gth. Gefäfsteil.
Gyn. Gynaeceum.

H. Hohlraum, Atemhöhle.
hb. Hüllkelch.
hd. Hypoderm.
Hi. Hilum.
HNe. Hauptnerv.
hp. Holzparenchym und Hypokotyl.
Hp. Hypanthium.
Hwu. Hauptwurzel
Hy. Hyphe.
Hym. Hymenium.

i. Integument.
I Intercellularsubstanz, primäre Membran.
ia. Äufseres Integument.
ih. Innere Haut der Sekretbehälter.
ii. Inneres Integument.
int. Intercellularen.
intc. Interfascicularkambium.

k. Kork.
ke. Kern.
kl. Kleber-(Öl-Ferment-)Schicht.
klp. Klappen.
km. Kristallkammerfaser.
kn. Knospe.
kp. Karpelle.
kr. Kristalle.
krz. Kristallzellen.
ktr. Korktrennungsschichten.

L. Loch.
l. Leitendes Gewebe.
La. Labellum.
Lb. Laubblatt.
lB. Librosclereiden.
lf. Libriform.
Lü. Lücke.

m. Mark.
mer. Merenchym.

mes. Mesophyll.
Mi. Milchsaftschläuche.
Mk. Mesokarp, mittlere Fruchtschale.
mk. Markstrahl.
Ml. Mittelrippe.
Mp. Micropyle.
MR. Mechanischer Ring.

N. Nährschicht.
Na. Narbe.
Nbl. Niederblätter.
Ne. Nerv.
Nec. Nektarium.
Nep. Nervenepidermis.
Np. Narbenpapillen.
Nuc. Nucellus.
Nwu Nebenwurzel.

obl. Obliterierte Zellen.
oed. Öldrüse.
oez. Ölzelle.
ov. Ovulum, Ei.

P, Pe. Petala, Blumenblätter.
p. Palissaden.
Pa Palea.
Pap. Papillen.
Par. Parenchym.
pc Perikambium.
pd. Phelloderm.
Per. Perigon, Blütenhülle.
pgth. Primärer Gefäfsteil.
phg. Phellogen.
php. Phloemparenchym.
pi. Palea inferior.
pig. Pigmentschicht.
Pk. Epikarp, äufsere Fruchtschale.
pl, p. Plumula, Federchen.
pla. Placenta, Samenleiste.
pls. Plasma.
pmk. Primärer Markstrahl.
Pol. Pollen.
pR. Primäre Rinde.
proc. Prokambiumstränge.
prst. Primärer Rindenstrahl.
ps. Palea superior.
psb. Primärer Siebteil.
psch. Parenchymscheide.
Psp. Perisperm.
Pth. Perithecium.

qu. Querzellen.
Qu, Qs. Quellgewebe.

R. Rinde.
r Randblüten.
rad. Radicula.
Rap, Ra. Raphe.
Raph. Raphiden.
Rhiz. Rhizom.
rsg. Resinogene Schicht der Sekretbehälter.
rst. Rindenstrahl.

s. Siebröhren.
Sa, S. Same.
sb. Siebteil.
scb. Sekretbehälter.
Sch, Sche. Schleimzellen.
sch. Scheibenblüten.
schl. Schleim.
schle. Schleimepidermis.
sc. Sekret.
scl. Sclereiden.
sclo. Sclerotische Zellen.
Se, S. Sepala, Kelchblätter.
sec. Sezernierende Zellen.
Sgo. Saugorgan.
smk. Sekundärer Markstrahl.
spo. Spore.
sR. Sekundäre Rinde.
srst. Sekundärer Rindenstrahl.
SS, ss. Samenschale, Testa.
st. Stomata, Spaltöffnungen.
stä, st. Stärke.
stam. Stamina, Staubfäden.
Sti. Stiel.
stp. Stylopodium.
stz. Stielzelle.

t. Trichom, Haar.
teg 1 und *teg* 2. Äufseres und inneres Integument.
tert. Tertiäre Membran.
tgb. Tragblatt.
Th Thallus.
tpf, Tü. Tüpfel.
tr. Tracheiden.
tro. Tropfen.

V. Vorblatt.
val. Vallecula, Thälchen.
vgt. Vegetationspunkt.
Vi. Vittae, Ölstriemen.

w. Scheidewand.
wh. Wurzelhaar.
wst. Wasserspalte.
wu. Wurzel.

ANATOMISCHER ATLAS

DER

PHARMAKOGNOSIE UND NAHRUNGSMITTELKUNDE

VON

DR. A. TSCHIRCH,
PROFESSOR DER PHARMAKOGNOSIE UND DIREKTOR DES PHARMAZEUT. INSTITUTES DER UNIVERSITÄT BERN.

UND

DR. O. OESTERLE,
PRIVATDOZENT DER PHARMAKOGNOSIE AN DER UNIVERSITÄT BERN.

ZWEITE ABTEILUNG

TAFEL 41—80 a u. b.



LEIPZIG
CHR. HERM. TAUCHNITZ
1900.

VERZEICHNIS

der

behandelten Objekte in der Reihenfolge der Veröffentlichung.

Tafel 41—80 a u. b.

VERZEICHNIS

der

behandelten Objekte und Pflanzen in alphabetischer Reihenfolge.

Tafel 41—80 a u. b.

Zusätze und Berichtigungen.

Mit der Tafel 80[b] gelangt der Anatomische Atlas vorläufig zum Abschlufs. Es ist jedoch beabsichtigt ihm später eventuell ein Supplement folgen zu lassen.

Bevor ich im Nachstehenden einige Zusätze und Berichtigungen anhangsweise mitteile, möchte ich nicht unterlassen nachstehenden Herren und Drogenfirmen, die uns in irgend einer Weise bei dem Atlas unterstützt haben, sei es durch Überlassung von Drogenmaterial oder von Blüten, Früchten oder anderen Pflanzenteilen oder durch sachgemäfse kritische Bemerkungen, Winke oder berichtigende Zusätze unseren herzlichsten und verbindlichsten Dank abzustatten. Es sind dies die Herren Hartwich (Zürich), Schär (Strassburg), Gresshof (Haarlem), Penzig (Genua), Döll (Karlsruhe), Collin (Paris), Blanchard (Paris), Fischer von Waldheim (St. Petersburg), Engler (Berlin), L. Wittmack (Berlin), von Vogl (Wien), Flückiger (†), Wold. Ferrein (Moskau), Treub (Buitenzorg), Mohr (Mobile, Alabama), Trimble (†), Schumann (Berlin), Warburg (Berlin), Greenish (London), Holmes (London), T. F. Hanausek (Wien), Möller (Graz), ferner der botanische Garten in Trinidad und die Drogenhäuser Gehe & Co. (Dresden), Worlée (Hamburg), Haaf (Bern), Caesar & Loretz (Halle), Schimmel & Co. (Leipzig), Dieterich (Helfenberg), Thom. Christy (London).

Wir dürfen ferner nicht verschweigen, dass wir mannigfache Anregungen auch aus den Publikationen von Hartwich, T. F. Hanausek, Busse und anderen, sowie aus Arthur Meyer's wissenschaftlicher Drogenkunde geschöpft haben, doch beruhen alle im Atlas mitgeteilten anatomischen Thatsachen auf eigener Beobachtung bezw. eigener Nachprüfung. Nicht alle der von der Kritik, von Kollegen und Freunden erteilten Winke und Ratschläge konnten befolgt werden, da der Plan des Werkes festgehalten werden mufste. Für alle sind wir aber dankbar gewesen und haben alle reiflich erwogen.

Schliefslich sei noch bemerkt, dafs auch die Arbeiten einer Anzahl meiner Schüler teils im Text teils in den nachfolgenden Zusätzen Verwendung gefunden haben. Es sind dies Arbeiten der Herren Lauren, Hallström, Schlotterbeck, R. und M. Biermann, Lenz, Will, Sieck, J. Wittlin, Schad, Westling, Mjöen und Pfäfflin, welche Herren also als Mitarbeiter des Atlas betrachtet werden können.

Das ausführliche Generalregister wird das Auffinden der einzelnen behandelten Gegenstände erleichtern.

Die nachfolgenden Zusätze und Berichtigungen sind auf einseitig bedruckten Blättern gesetzt, damit alle diejenigen, welche es vorziehen, dieselben an den betreffenden Stellen des Textes einzufügen, die Blätter auseinander schneiden und in den Text einkleben können. Dadurch wird der Text auch der früheren Lieferungen bis auf den heutigen Tag fortgeführt.

Tschirch.

Chamomilla. Tafel 2, Seite 5, Überschrift.

Den Namen ist hinzuzufügen: „German chamomile".

Seite 7, Überschrift.

Den Namen ist hinzuzufügen: „Roman chamomile".

Thee. Tafel 3, Seite 10 oben Zeile 1 (linke Kolumne).

Statt „diese Stadien kommen aber nach meinen Erfahrungen beim Handelsthee niemals vor" ist zu setzen „nur selten".

Capsicum. Tafel 4, Seite 14, Zeile 2 von oben (rechte Kolumne).

Statt Capsaicinnatrium mufs es „Capsaicinkalium" heifsen.

Seite 14, Zeile 11 von unten (rechte Kolumne).

Die Aufsenwand der Epidermiszellen zeigt unter der Kuticula Amyloidreaktion, besteht also nicht aus Cellulose. Das zarte Häutchen, welches die Gekrösezellen bisweilen auskleidet und gegen $H_2 SO_4$ resistent ist, dürfte keine kuticularsierte Wandpartie, sondern ein Rest der Plasmahaut sein. Die Seiten- und Innenwände geben Ligninreaktion.

Sinapis. Tafel 5, Seite 17.

Die Entwickelungsgeschichte ist, da nur sehr dürftiges Material vorlag, nicht ganz richtig beschrieben. Die Sache liegt folgendermafsen:

Das Ovulum von Brassica nigra besitzt 2 Integumente; das äufsere wird von 3, das innere zur Reifezeit von 6—8 Zellenreihen gebildet. Aus dem äufseren Integument entstehen die 3 äufseren Schichten der reifen Samenschale: die Schleimzellenschicht (*schle*, Fig. 12), die sicher eine Zellreihe und nicht nur eine Schleimmembran der Grofszellen ist, ferner die Grofszellen (*gr*, Fig. 12) und die Sclereidenschicht (*scl*, Fig. 12). Das innere Integument geht sehr frühzeitig zu Grunde und es bleibt nur die innerste Zellreihe desselben erhalten. Die anderen sind zwar noch bisweilen als zarte obliterierte Schicht zu sehen, aber stets sehr undeutlich. Die erhalten bleibende Schicht wird zur Pigmentschicht (*pig*, Fig. 12). Die nun folgende Zone (*Kl* und *N*, Fig. 12), die aus den grossen hellwandigen Zellen der sogenannten Kleber- oder Ölschicht und einem stark zusammengefallenen Gewebe dünnwandiger Zellen besteht, ist nicht das innere Integument, sondern ein Endospermrest, dessen ganze innere Partie obliteriert.

Dementsprechend sind die Bezeichnungen in Fig. 11 und 12 zu ändern. Die Pigmentschicht (*pig*, Fig. 12) mufs die zweite Bezeichnung „*teg 2*" erhalten und die als *teg 2* bezeichnete Partie mufs die Bezeichnung „*End*" erhalten. Das Gleiche gilt für Fig. 11. An Stelle von *teg 2* mufs die Bezeichnung „*End*" treten und die vierte Reihe des als *teg 1* bezeichneten Gewebes ist als „*teg 2*" zu charakterisieren.

Ähnlich wie beim schwarzen Senf liegen die Verhältnisse beim weifsen. Auch hier besteht das äufsere Integument ursprünglich aus 3 Zellschichten. Die mittlere teilt sich jedoch frühzeitig in 2 Lagen, so dafs beim reifen Samen der aus dem äufseren Integumente hervorgegangene Teil der Samenschale vierschichtig ist: Schleimepidermis (*schle*, Fig. 20), grofszelliges Kollenchym (*gr*, Fig. 20) — bei der Droge meist stark zusammengefallen — und Sclereidenschicht (*scl*, Fig. 20). Auch beim weifsen Senf besteht das innere Integument aus zahlreichen (6—8) Zellreihen, die bis auf wenige ebenfalls zu Grunde gehen oder obliterieren. Doch bleiben hier meist 3 Reihen deutlich erhalten, die man dann auch am reifen Samen noch gut erkennen kann. Die Ausbildung dieser Schicht zur Pigmentschicht unterbleibt, daher erscheint der Same hellgelb. Die sogenannte Kleber- oder Ölschicht (*kl*, Fig. 20) ist auch hier die äufserste Schicht des Endosperms, ihr liegen mehrere Reihen obliterierten Gewebes innen an.

Dementsprechend sind die Bezeichnungen in Fig. 20 zu ändern. Nur die äufseren 3 Reihen des als *teg 2* bezeichneten Gewebes erhalten die Bezeichnung „*teg 2*", die innere von der Schicht *kl* an sind als „*End*" zu bezeichnen.

Kakao. Tafel 6, Seite 23, Zeile 21 von oben (rechte Kolumne).

Statt „ebenso grofs wie die Kotyledonarzellen" mufs es heifsen „ebenso grofs von die übrigen Kotyledonarzellen".

Seite 23, Zeile 15 von unten (rechte Kolumne).

Statt „ob das Kakaoglycosid den Kotyledonarzellen der frischen Samen gänzlich fehlt" mufs es heifsen: „ob das Kakaoglycosid den übrigen Kotyledonarzellen und denen der Droge gänzlich fehlt". Es ist mir übrigens fraglich geworden ob wirklich ein Glycosid vorliegt. Möglicherweise liegen die Verhältnisse hier wie bei der Kola.

Seite 21, Zeile 8 von unten (rechte Kolumne).

Statt „der" Endosperm, mufs es „das" Endosperm heifsen.

Text-Seite 22, Zeile 18 von unten und folgende (rechte Kolumne).

Die Entwickelungsgeschichte an besserem Material hat gezeigt, dafs es sich nicht um einen Endosperm-, sondern um einen Perispermrest handelt. Das dreimal wiederkehrende Wort „Endosperm“ ist also in „Perisperm“ zu korrigieren.

Ebenso mufs in der Figurenerklärung (Seite 24) bei Figur 10 das Wort „Endosperm“ in „Perisperm“ umgewandelt werden.

Liquiritia. Tafel 8, Seite 30 (rechte Kolumne).

Die Kristalle werden im Plasma gebildet, umgeben sich alsdann mit einer Haut und der so umhüllte Kristall verwächst mit der verdickten Membran.

Tafel 8, Seite 29.

In der Überschrift mufs es „Réglisse“ statt Réglise heifsen.

Ipecacuanha. Tafel 10, Seite 37.

Der zweiten Zeile der Überschrift ist hinzuzufügen „Ipecac Root“.

Tilia. Tafel 11, Seite 41.

Statt „Tileul“ mufs es „Tilleul“ heifsen.

Sambucus. Tafel 12, Seite 43.

Statt „Eider flowers“ mufs es „Elder flowers“ heifsen.

Caryophyllus. Tafel 13, Seite 48 (linke Kolumne) oben.

Es kommen auch, wennschon selten, fast geschlossene Bastzellringe um die Bündel vor.

Anis. Tafel 14, Seite 51.

In der zweiten Zeile der Überschrift ist noch „Anise seed“ hinzuzufügen.

Cannabis. Tafel 15, Seite 58. Figurenerklärung zu Fig. 25.

Statt Querschnitt durch den oberen Teil der Sclereidenschicht aus einem Flächenschnitt durch die Fruchtschale könnte besser gesagt werden: „Tangential geführter Flächenschnitt durch die Fruchtschale, in der Höhe der Sclereiden, diese im Querschnitt zeigend“.

Vanille. Tafel 16, Seite 60, Zeile 10 von oben (linke Kolumne).

Statt „nur“ ist „nun“ zu lesen. Die auf Zeile 4 (ebenda) erwähnten kleinen Körnchen, über deren Natur ich mich nicht bestimmt aussprach, scheinen Kuticularknötchen zu sein.

Seite 61, Zeile 15 (linke Kolumne) mufs es heifsen:

„im Querschnitt rundlichen Zellen besteht, die gestreckt und durch horizontale Querwände getrennt sind. Es sind dies die Zellen der inneren Epidermis und der unmittelbar angrenzenden Zellschicht der Fruchtwand. Neben denselben findet man dann noch zahlreiche hyphenartige Fäden. Diese sind die Pollenschläuche. Wir haben in diesem Gewebe also das sogenannte leitende Gewebe (tela conductrix) vor uns, welches in den jüngeren Stadien noch mit einer zarten Kuticula bedeckt ist. In ihm wandern die Pollenschläuche herab“.

Die mit *l* in Fig. 6 bezeichnete Partie ist also die tela conductrix und die zahlreichen Strichelchen sind die obliterierten Lumina der Pollenschläuche. (Vergl. auch die Abbildung in der „Schweiz. Wochenschr. f. Chem. u. Pharm.“ 1898, Nr. 52.)

Papaver. Tafel 17, Seite 64, Zeile 5 von unten (linke Kolumne).

Statt 0,3—0,5 gr mufs es heifsen „0,3—0,5 mgr“. Ferner hat das genauere Studium der Entwickelungsgeschichte der Samen ergeben, dafs die von mir als sehr schmale Zellreihe beschriebene erste, also äufserste Zellreihe des äufseren Integumentes (Fig. 25, 1) keine Zellreihe, sondern eine dicke Membram ist, die sich beim Heranwachsen des Samens noch weiter verdickt und so eine Zellschicht vortäuscht (Fig. 23, 1). Dementsprechend ist der Text auf Seite 65, Zeile 4—15 von oben (linke Kolumne) zu ändern.

Opium. Tafel 17, Seite 66. Dem Artikel Opium ist noch anzufügen:

Nach dem anatomischen Befunde lassen sich die Opiumsorten in folgende Gruppen bringen:

1) Reste der Fruchtwandepidermis stets vorhanden und in jedem Präparate sichtbar. Stärke fehlt: Smyrna-, Konstantinopel-, Saloniki-, Clermont Ferrant-Opium.
2) Entweder keine oder nur sehr wenige Reste der Fruchtwandepidermis. Viel Stärke: Persisches Opium.
3) Keine Fruchtwandreste, keine Stärke: Indisches Opium.

Kaffee. Tafel 18, Seite 68, unten (linke Kolumne).

Zu der Beschreibung der reifen Kaffeefrucht ist hinzuzufügen, dafs in der Epidermis der Fruchtschale neben rotem Zellsaft und gelben Chromatophoren in Körnerform wulstige blauschwarze Chromatophoren vorkommen und in der subepidermalen Zellschicht sich prachtvolle sternförmige Aggregate blauer Chromatophorenkristalle sich finden. (Abgebildet in der „Schweiz. Wochenschr. f. Chem. u. Pharmac." 1898, Nr. 40.)

Zu der Beschreibung der Samenschale (Seite 69) ist hinzuzufügen, dafs sich in ihr bisweilen zahlreiche Kristalle finden.

In der zweiten Zeile der Überschrift Fol. coffeae (Seite 71) ist hinzuzufügen: „Coffee leaves".

Mentha. Tafel 19, Seite 76, Zeile 6 von unten (linke Kolumne).

Statt piperita ist „crispa" zu setzen. Der Satz lautet also: Die Nervatur und die Form der verhältnismäfsig kurzen, scharfen Zähne des Randes erinnert an Piperita, der Bau des Blattrandes jedoch ist der Crispa ähnlicher.

Acorus Calamus. Tafel 20, Seite 79. Der zweiten Zeile der Überschrift ist am Schlufs noch der Name „Calamus" hinzuzufügen.

Seite 81, Zeile 25 von oben (linke Kolumne).

Hier ist an Stelle des Satzes „der Gerbstoff des Kalmus ist durch Eisenchlorid mikrochemisch nicht deutlich nachweisbar" zu setzen: „Aufserdem haben zahlreiche von den Parenchymzellen in der Gröfse sich nicht unterscheidende Zellen einen dicklichen Inhalt, der mit Vanillin und Salzsäure schön rot, mit Eisenchlorid in frischem Rhizom braun, in der trockenen Droge schwarz wird. Sie eignen sich ausgezeichnet zum Nachweis von Kalmuspulver (Vogl, Hartwich)".

Flor. Verbasci. Tafel 22, Seite 87.

Der zweiten Zeile der Überschrift ist hinzuzufügen: „Mullein".

Crocus. Tafel 23, Seite 91.

Der zweiten Zeile der Überschrift ist hinzuzufügen: „Spanish Saffron".

Seite 96. Der zweiten Zeile der Überschrift ist hinzuzufügen: „American Saffron, Safflower".

Seite 95. Der zweiten Zeile der Überschrift ist noch am Schlusse der Name „Marigold" hinzuzufügen.

Piper. Tafel 25, Seite 106, rechte Kolumne unten.

Fett findet sich auch im Keimling, wo dieser entwickelt ist.

Rhiz. zingiberis. Tafel 26, Seite 110, Zeile 14 von unten (rechte Kolumne).

Hier ist hinzuzufügen: Die Länge der Stärkekörner erreicht im Maximum 69 mik.

Lign. Santali rubr. Tafel 27, Seite 113.

In der Überschrift mufs es statt Red. Sanders wood „Red. Saunders wood" heifsen. Ferner ist hinzufügen: Red. Sandal wood.

Seite 115. In der Überschrift ist hinzufügen: „Brazil wood".

Seite 114, Zeile 17 von unten (rechte Kolumne).

Die hier vertretene Ansicht, dafs Kerngummi, Kernharz und Kerngummiharz in der Membran entsteht, hat sich nicht bewahrheitet. Eine auf diesen Punkt gerichtete Untersuchung hat vielmehr ergeben, dafs diese Bildungen stets in Zellinhalte entstehen und zwar in dem zarten Plasmareste, der die Wand der Tracheiden, Tracheen, Markstrahlzellen und Libriformfasern auskleidet. Die Wand ist bei ihrer Bildung nicht beteiligt.

Rhiz. iridis. Tafel 29, Seite 122, Zeile 25 von unten und folgende bis zum Schlufs der linken Kolumne.

Hier ist die Natur der Kristallschläuche falsch gedeutet. Die Entwickelungsgeschichte hat mir gezeigt, dafs die Kristallschläuche echte Zellen sind, deren Wand sich jedoch nicht verdickt, und die, da sie sich nur in die Länge strecken aber im Breitenwachstum zurückbleiben, von den benachbarten Zellen partiell sich ablösen, so dafs es aussieht, als ob sie in den Intercellularraum hineinragende Membrantaschen wären. Die Zeichnungen (Taf. 29, Fig. 16—18) geben übrigens den Sachverhalt korrekt wieder. Zu der verallgemeinernden Bemerkung auf Seite 122 linke Kolumne unten und rechte Kolumne oben, dafs es wahrscheinlich sei, dafs ganz allgemein Kristalle in Membrantaschen entstünden, ist zu bemerken, daß eine auf diesen Punkt gerichtete Untersuchung mir gezeigt hat, dafs dies nicht der Fall ist. Die Kristalle, auch die mit einer Haut umgebenen, entstehen stets im Plasma und umhüllen sich erst nachträglich mit einer Membran.

An dieser Stelle mag erwähnt werden, dafs man gut thut, die zu mikroskopischen Zwecken verwendete Chloralhydratlösung vor der Verwendung mit kohlensaurem Kalk zu digerieren und dann durch Glaswolle zu filtrieren. Das Chloral enthält oft Salzsäure und löst daher Kalkoxalatkristalle besonders beim Erwärmen auf.

Cort. cinnamomi. Tafel 31, Seite 129.

Der Überschrift ist hinzuzufügen: „Cinnamom Bark“ und auf Seite 132 „Ceylon Cinnamom“.

Rad. taraxaci. Tafel 33, Seite 139.

Der zweiten Zeile der Überschrift ist hinzuzufügen: „Daudelion root“. Statt Pissentit ist „Pissenlit“ zu lesen.

Fruct. Cardamomi. Tafel 34, Seite 145. Zeile 25 von unten (rechte Kolumne).

Der Satz mufs lauten: . . . . welches in Wasser sich nicht verändert, in Kali, Chloral, Glycerin, Essigsäure, Salzsäure, konc. Schwefelsäure und Schultze'scher Macerationsflüssigkeit nicht löslich ist und auch durch Jod nicht gefärbt wird, auch beim Erwärmen nicht schmilzt. Die Körper haben sich als Kieselkörper erwiesen. Sie bleiben beim Veraschen auf dem Objektträger zurück und finden sich im Lumen der Sclereiden aller Elettaria- und Amomum-Arten.

Cardomomen. Tafel 34, Seite 144.

Zu der Entwickelungsgeschichte der Samen ist noch folgendes zu bemerken. Die Ovula sind anatrop und besitzen ein dickeres äufseres und ein sehr dünnes inneres Integument. Das äufsere besteht meist aus etwa 6—8 Zellreihen, das innere aus zwei. Gegen die Mikropyle hin verbreitert sich letzteres jedoch auf 3 Reihen, so dafs das zweite Integument an seiner Spitze angeschwollen erscheint. Dort sind seine Epidermiszellen zu kurzen Papillen ausgestülpt, die den Eingang, die Mikropyle, fast ganz verschliefsen. Schon in einer Samenanlage von 1 mm Gröfse ist die innere Epidermis des inneren Integumentes völlig obliteriert; der Arillus ist deutlich entwickelt und umgiebt, von Exostom und Funiculus ausgehend, schon über die Hälfte der Samenanlage. Von der inneren Epidermis des inneren Integumentes sieht man später fast nichts mehr. Sie wird völlig resorbiert. Nur an der Ansatzstelle des Samendeckels erscheint sie noch als zartes, zwischen Perisperm und Endospermrest eindringendes Ligament (Tafel 34, Figur 14 rechts). Dagegen entwickelt sich die zweite Zellreihe des inneren Integumentes zur Sclereidenschicht und bildet auch, nachdem sie sich an der Spitze doppelt eingefaltet, den Samendeckel (Tafel 34, Figur 11 *De*). Das äufsere Integument differenziert sich in der Weise, dafs vier Schichten entstehen: die Epidermis, die zu einer auch für die Diagnose sehr charakteristischen Schicht wird, ein zartes, zweireihiges, subepidermales, obliterierendes Parenchym, die einreihige Ölzellenschicht und eine zweite zarte, meist zweireihige Parenchymschicht. Die zweite und vierte Schicht werden bei anderen Elettaria- und Amomumarten oft als Pigmentschicht ausgebildet.

Der Nucellus ist schon im unbefruchteten Ovulum gut ausgebildet. Er vergröfsert sich später und bildet reichlich Perisperm. Der Embryosack nimmt frühzeitig Flaschenform an. In ihm entsteht verhältnismäfsig spät der Embryo und sein Saugorgan. Ein Rest des Embryosackes wird zum Endosperm.

Zur Diagnose der Elettaria und Amomum-Samen können die Sclereiden, die Epidermiszellen, die Ölzellenschicht und die Pigmentschicht benutzt werden, wie folgende Tabelle zeigt:

A. Samenschale ohne Ölzellen:

I. Sclereiden von der Oberfläche gemessen 25 mik: Elettaria speciosa.
II. „ „ „ „ „ 40 mik: E. hemisphaerica.

B. Samenschale mit einer Ölschicht:

I. Ölschicht, auf dem Querschnitt eine ununterbrochene Zellreihe bildend, und zwar die dritte Schicht von aufsen.

1. Membram der Epidermiszellen bei Oberflächenschnitten 2 mik dick: E. Cardamomum (Malabar-Cardamomen und Ceylon-Malabar-Cardamomen).
2. Membran der Epidermiszellen bei Oberflächenschnitten dicker als 3 mik:
   - *a)* Pigmentschicht aus unregelmäfsig-wulstig ausgestülpten Zellen bestehend:
     - *α)* Sclereiden bei Oberflächenschnitten 15 mik grofs: Hairy China Cardamom Hanbury.
     - *β)* Sclereiden bei Oberflächenschnitten 20 mik grofs:
       - *α')* Lumen 18 mik: Amomum xanthioides Wallich (Bastard Cardam.),
       - *β')* „ 15 mik: A. villosum Loureiro.
   - *b)* Pigmentschicht aus gleichmäfsig geformten Zellen bestehend:
     - *α)* Sclereiden auf dem Querschnitt kurz:
       - *α')* Epidermiszellen auf dem Querschnitt 25 mik hoch: E. Cardamom. Var. *β* major. (Ceylon Cardamomen).
       - *β')* Epidermiszellen auf dem Querschnitt höher als 30 mik:
         - *α'')* Sclereiden von der Oberfläche gemessen 8 mik: Paradieskörner unbekannter Abstammung,
         - *β'')* Sclereiden von der Oberfläche gemessen 22 mik: A. Cardamomum (Siam Cardamomen).
     - *β)* Sclereiden auf dem Querschnitt lang:
       - *α')* Pigmentzellen auf dem Querschnitt höchstens doppelt so lang als breit: A. maximum Roxburgh (Java Cardamomen),
       - *β')* Pigmentzellen auf dem Querschnitt sehr lang und schmal: A. aromaticum und A. subulatum (Nepal Bengal Cardamom.).

II. Ölschicht als rundliche Zellen zerstreut zwischen parenchymatische Zellen eingebettet:

1. Sclereiden auf Oberflächenschnitten 17 mik grofs: A. Korarima.
2. „ „ „ 12 mik grofs:
   - *a)* Epidermiszellen auf dem Querschnitt höchstens 30 mik hoch: A. angustifol., Sonnerat. (Madagaskar Cardamomen),
   - *b)* Epidermiszellen auf dem Querschnitt bis 70 mik hoch: A. Melegueta Roscoe (Paradieskörner).

C. Samenschale mit zwei Ölschichten: Bitter seeded Cardamom.

Sem. strychni. Tafel 35, Seite 149, Zeile 2 von oben.

Statt Strychnos Nux vomica I. ist Strychnos Nux vomica L. zu setzen. Ebenso in der Erklärung der Abbildungen Seite 154.

In der Erklärung der Abbildungen ist am Schlufs hinzuzufügen: „25. Aleuron".

Hyoscyamus. Tafel 39, Seite 167.

Der zweiten Zeile der Überschrift ist hinzuzufügen: „Heubane". Die Figur 1a der Tafel 39 ist zu streichen, denn es ist hier durch ein Versehen eine Schraubel statt einem Wickel dargestellt. Wie der Text (Seite 167) richtig angiebt, ist die Infloreseenz von Hyoscyamus ein Wickel.

Triticum. Tafel 42, Seite 181.

Der zweiten Zeile der Überschrift ist das Wort „wheat" hinzuzufügen.

Mais. Tafel 43, Seite 187.

In der Überschrift ist statt Turquil zu setzen: Turquie.

Avena. Tafel 44, Seite 194.

Ein genaueres Studium der Entwickelungsgeschichte der Frucht- und Samenschale und besonders sorgfältige Betrachtung der mit Kali aufgehellten Flächenschnitte lehrt, dafs auch der Hafer Schlauchzellen besitzt, die aus der inneren Epidermis der Fruchtschale hervorgehen. Sie sind ähnlich denen des Weizen. Ferner zeigt sich, dafs die mit 7 bezeichnete Zellschicht der Figuren 12 und 16 nicht zur Fruchtschale, sondern zur Samenschale gehört.

In der Tabelle auf Seite 199 sind dementsprechend bei Avena folgende Korrekturen anzubringen:

Querzellen: Nicht differenziert.
Schlauchzellen: Vorhanden, aber erst nach besonderer Präparation sichtbar.
Samenschale: Undeutlich.

Secale cornutum. Tafel 46, Seite 201.

Der zweiten Zeile der Überschrift ist am Schlusse hinzuzufügen: „Ergot“.

Wachtelweizen. Tafel 46, Figur 28.

Die Figur giebt das Ovulum nicht korrekt wieder, ist daher zu streichen.

Seite 205, Zeile 5 von unten (linke Kolumne).

Statt „und dann auch häufig“ ist zu lesen: „und denn auch häufig“.

Das auf Seite 206 erwähnte „Endospermanhängsel“ kommt in der Weise zu stande, dafs der Embryosack der sehr eigenartig gestalteten hemitropen Ovula eine Einschnürung erfährt. Durch dieselbe wird das untere Drittel, welches die Eizelle und den Keimling nicht enthält, von dem Hauptteile abgegliedert; doch führt die Einschnürung nie zur vollständigen Ablösung. Beide, Embryosack und Anhängsel, füllen sich bald mit Zellen, doch erst, wenn der Keimling schon vielzellig geworden ist. Bau und Inhalt der Zellen ist verschieden im eigentlichen Endosperm und im Endospermanhängsel. Die Stärke, die das Endosperm anfangs enthält, verschwindet später, wenn die Verdickungsschichten ausgebildet sind und macht Ölplasma und Aleuron Platz. Die Grenze, wo das Anhängsel ansitzt, ist durch braunen Zellinhalt und braune Membranen markiert.

Der kleine, an der Mikropylarseite des Embryosackes liegende Embryo zeigt eigenartige, in die Mikropylaröffnung hineinragende Fortsätze: lange fädige Gebilde, die mit ihrem breiten Fufse die Embryospitze umfassen und bald zu Grunde gehen. Ich bin mir nicht klar darüber geworden, mit was wir es hier zu thun haben. Möglicherweise sind es ausgewachsene Synergiden. Auf den ersten Blick sollte man die Gebilde für zurückgebliebene Pollenschläuche halten.

Das Ovulum hat nur ein Integument und auch dieses geht allmählich durch Obliteration der Zellen zu Grunde. Die Samenschale (Tafel 46, *ss*, Figur 31) besteht daher nur aus einer zarten Haut obliterierter Zellen. Solche zarte Samenschalen findet man oft bei derbes Endosperm enthaltenden Samen (z. B. Colchicum), da bei diesen das Endosperm den mechanischen Schutz selbst übernimmt. Über dem Endospermanhängsel zeigt die Samenschale eine andere Ausbildung wie über dem Endosperm selbst.

Pisum. Tafel 47, Seite 208.

Die daselbst erwähnte, unter der Nabelspalte (×, Figur 16) gelegene Tracheideninsel, welche früher oft mit der Raphe verwechselt wurde, hat mit derselben nichts zu thun und steht auch mit dem Gefäfsbündel der Raphe nicht (oder doch nur selten) in Verbindung. Sie entsteht aus einer Gruppe parenchymatischer Zellen, die ihre Wände nachträglich verdicken. Die Bildung der Verdickung beginnt an der Nabelspalte. Bei reifen Samen sind die Zellen entweder spiralig verdickt oder getüpfelt.

Auf zahlreiche Gattungen von nicht weniger als 11 Abteilungen der Papilionatae ausgedehnte vergleichend-anatomische Untersuchungen haben gezeigt, dafs die Tracheideninsel in dieser Gruppe immer vorhanden ist und nur Arachis hypogaea fehlt. Obwohl im einzelnen einige Unterschiede im Bau der Tracheideninsel bemerkbar sind läfst sich auf sie eine Gattungsdiagnose nicht gründen.

Die Tracheideninsel liegt isoliert und steht mit dem Funiculusbündel der Raphe meist nicht in Verbindung. Sie lehnt sich jedoch an dasselbe bei Dolichos melanophthalmos, Physostigma venenosum, Desmodium gyrans und Onobrychis sativa. Daher kommt es, dafs ich sie bei Physostigma venenosum (Realencyklopädie der ges. Pharm., Bd. II., Seite 459) zur Raphe gerechnet habe, was hiermit berichtigt werden mag.

Versuche, um die physiologische Bedeutung der Tracheideninsel zu ermitteln, haben ergeben, dafs der Tracheideninsel trotz ihres trachealen Charakters nicht die Funktion zukommt, dem Samen im ersten Stadium der Keimung Feuchtigkeit zuzuführen, da Wasser sowohl in tropfbar flüssiger wie in Gasform viel rascher und in weit ausgiebigerer Weise von der Mikropyle und der übrigen Samenschale aufgenommen wird. Auch beim Gasaustausch kommt die Tracheideninsel, weil für Gase ziemlich schwer durchlässig, nicht in Betracht. Gase werden in erster Linie durch die Mikropyle und in zweiter Linie durch die Samenschale vom Samen aufgenommen. Pilze vermögen nicht durch die Tracheideninsel ins Innere der Samen einzudringen.

Diese Versuche wurden an Bohnen und Erbsen in der Weise durchgeführt, dafs die einzelnen in Betracht kommenden Teile nach einander mit einem Chloroform-Mastix-Lack überzogen, also verklebt wurden, und die Aufnahme von tropfbar flüssigem Wasser und Wasserdampf innerhalb 24 — 48 — 96 Stunden durch Wägen bestimmt wurde. In der ersten Serie wurden Mikropyle und Samenschale verklebt, die Nabelspalte aber offen gelassen, in der zweiten Serie blieb die Samenschale unverklebt, Mikropyle und Spalte wurden verschlossen, in der dritten wurde die Mikropyle verklebt, Spalte und Samenschale wurden ohne Lack gelassen, in der vierten blieb Mikropyle und Samenschale ohne Lack und die Spalte war verklebt, in der fünften blieb die Mikropyle offen und Samenschale und Spalte wurden mit Lack überzogen und in der sechsten Serie endlich waren die Samen ganz verklebt.

Amylum. Tafel 50, Seite 221, Zeile 19 von oben (rechte Kolumne).

Statt „aber niemals streng kreisförmig“ mufs es heifsen: „aber sehr selten streng kreisförmig“.

Seite 223, Zeile 21 von oben (rechte Kolumne).

Hier ist einzufügen: „Etwas Mehlendosperm ist bisweilen vorhanden, doch tritt es stets gegen das Hornendosperm stark zurück“.

Der letzten Zeile auf Seite 223 (rechte Kolumne) ist hinzuzufügen: „die Gröfse der Körner überschreitet 10 mik niemals“.

Tafel 52, Seite 230.

Zu der Überschrift Bananenstärke ist hinzuzufügen: „Fécule de plantain, Platanostärke“.

Amylum. Tafel 53, Figur 6. Statt Fagopynum ist „Fagopyrum“ zu setzen.

Fruct. anisi stellati. Tafel 55, Seite 241.

Der zweiten Zeile der Überschrift ist am Schlusse hinzuzufügen: „Illicium“.

Seite 244, Zeile 26 von oben (rechte Kolumne).

Statt „1—2 cm“ mufs es „1—2 ccm“ heifsen.

Die Anetholprobe ist zur Unterscheidung des echten vom giftigen Sternanis gut verwendbar und ganz sicher. Sie ist schon mit einem Carpell ausführbar. Man verfährt folgendermafsen:

Ein Carpell wird vom Samen befreit, zerkleinert und dann mit 4 ccm 95 proz. Alkohol zweimal kräftig ausgekocht, nach dem Erkalten die Flüssigkeit klar abgegossen und die eine Hälfte derselben — entsprechend einem halben Carpelle — im Glasschälchen verdunsten gelassen, die andere Hälfte mit dem fünffachen Volumen Wasser verdünnt. Beim echten Sternanis entsteht hierbei eine milchige Trübung, beim Sikkimi bleibt die Flüssigkeit klar. Die Verdunstungsrückstände sind bei Sikkimi deutlicher kristallinisch wie beim Sternanis.

Ein weiterer Unterschied zwischen dem Sternanis und den Sikkimifrüchten liegt in den Sclereiden des Fruchtstiels und der Columella. Der echte Sternanis besitzt im Fruchtstiel grofse Astrosclereiden, die dem Sikkimifruchtstiel in dieser Form ganz fehlen. Die Columella, d. h. die Fortsetzung des Fruchtstiels nach oben, an der die Carpelle sitzen, ist beim Sternanis breit und endigt in der Höhe der Carpelle, beim Sikkimi ist die Spitze der viel schmäleren Columella meist mehr weniger eingesenkt. Die Verhältnisse des Fruchtstiels wiederholen sich auch in der Columella: beim echten Sternanis grofse Astrosclereiden von durchschnittlich 220 mik Länge und 145 mik Breite, beim Sikkimi rundliche oder wenig gestreckte, nie sternförmige Sclereiden von geringerer Gröfse (von durchschnittlich 100 mik Länge und 55 mik Breite).

Um die Sclereiden studieren und messen zu können, thut man gut, sie zu isolieren. Man löst die Columella heraus, digeriert mit Schultze'scher Flüssigkeit oder zuerst mit Natriumsalicylat (1 : 1) und dann mit Javelle'scher Lauge, vertreibt durch Einlegen in Alkohol die Gasbläschen, bringt sie in Wasser und zerlegt vorsichtig mit der Nadel.

Myristica. Tafel 56, Seite 250, Zeile 20 von oben (rechte Kolumne).

Hier ist der Satz einzuschieben: „Sie sind besonders in Chloralpräparaten von Tangentialschnitten durch die Randschicht der Handelsware gut zu sehen“.

Seite 251. Der Überschrift Banda-Macis ist „Mace“ hinzuzufügen.

Valeriana. Tafel 59, Seite 261, Zeile 20 von oben (rechte Kolumne).

In den Satz ist „oder gestreckt“ einzufügen, so dafs er lautet: „Die Hypodermzellen sind von der Fläche gesehen polyedrisch (Figur 13, *Hyp.*) oder gestreckt und 40—50 mik weit“.

Coca. Tafel 60, Seite 263, Zeile 8 von unten (linke Kolumne).

Hier ist das Wort „nicht“ ausgefallen. Der Satz lautet: „scheinen zur revolutiven Knospenlage der Blätter nicht in Beziehung zu stehen“.

Lavendula. Tafel 66. Zu Überschrift von Text und Tafel ist zu bemerken, dafs besser wie Lavendula wohl „Lavandula“ zu schreiben ist.

Rhiz. rhei. Tafel 67 und 68, Zeile 6 von oben (linke Kolumne).

Rheum Franzenbachii Münt. ist zu streichen.

Hordeum.

Gerste, Orge, Barley.

Von der Saatgerste, Hordeum L., werden vier Unterarten kultiviert: H. hexastichum L., die sechszeilige Gerste, H. tetrastichum Kcke., die vierzeilige Gerste, H. intermedium Kcke., die Mittelgerste und H. distichum L., die zweizeilige Gerste, die ihrerseits wieder, ganz abgesehen von den Sorten, in zahlreiche (ca. 45) Kultur-Varietäten zerfallen. Bei den drei zuerst genannten Unterarten sind alle Ährchen fruchtbar, bei H. hexastichum begrannt, und haben die Ähren sechs gleichartige Reihen, bei H. tetrastichum sind sie ebenfalls alle begrannt und die Ähren zeigen vier ungleichartige Reihen, bei H. intermedium sind nur die Mittelährchen begrannt, bei H. distichum endlich sind nur die Mittelährchen fruchtbar.

Der Beschreibung sei die am häufigsten kultivierte Unterart, die zweizeilige Gerste, zu Grunde gelegt, da sich von ihr leicht die anderen ableiten lassen. (Mir lagen besonders die Varietäten nutans und erectum vor.)

Die Inflorescenz der zweizeiligen Gerste ist eine Ähre, an deren Spindelzähnen je eine Gruppe von drei einblütigen Ährchen sitzt, von denen jedoch nur das mittlere Ährchen fruchtbar ist. Da diese Gruppen der drei einblütigen Ährchen auf einander gegenüberliegenden Seiten der vierkantigen, hin- und hergebogenen, zähen, nicht in Glieder zerfallenden Spindel liegen, den Zähnen derselben frei aufsitzend, und zwar nicht einander opponiert, sondern alternierend, die zwei benachbarten tauben Ährchen jeder Gruppe aber zur Seite gedrückt sind, so wird dadurch der Eindruck hervorgerufen, der in dem Namen distichum zum Ausdrucke kommt: die Ähre erscheint zweizeilig. In Wahrheit ist sie eigentlich sechszeilig wie alle übrigen. Sind alle drei Ährchen der dreizähligen Gruppen auf jeder Seite fruchtbar, so nennt man die Unterart sechszeilig. Die Namen sind also von dem äufseren Aussehn, welches von den fruchtbaren, Samen ausbildenden Ährchen bedingt wird, hergeleitet. Nur diese, nicht die tauben Ährchen, fallen ins Auge. Die Ansicht, dafs man es an den Spindelzähnen mit drei einblütigen, zu einer Partialinflorescenz vereinigten Ährchen und nicht mit einem dreiblütigen zu thun habe, wird dadurch begründet, dafs jede Blüte von zwei Glumae behüllt wird (*gl*, Fig. 5), Glumae aber nur ganze Ährchen behüllen. Die drei einblütigen Ährchen, die die Partialinflorescenz jedes Spindelzahnes bilden, sitzen an einem kleinen Seitenaste der Ährenspindel, dessen blindes Ende auf der gegen die Spindel (*A*, Fig. 5) gekehrten Seite der Ährchengruppe als Spitzchen sichtbar ist und die sogenannte „Basalborste“ bildet (*y*, Fig. 2, 4, 5 u. 11).

Das mittlere, sitzende, fruchtbare Ährchen ist von zwei länglich-lineal-lanzettlichen, fast borstenförmigen, zugespitzten Glumae (valvae, Balgklappen, Hüllspelzen) — Fig. 10 — behüllt (*gl,* und *gl,,* in Fig. 1, 3 u. 5) und besteht aus einer einzigen hermaphroditen Blüte (Fig. 5, I). Die Glumae sitzen an der der Achse (*A*) abgekehrten Seite, der Deckspelze angedrückt. Sie sind kürzer als die letztere. Sie kreuzen sich mit der Deck- und Vorspelze des Ährchens. Die Blüte ist rings umschlossen von den beiden Paleis: der Deckspelze oder Palea inferior und der Vorspelze oder Palea superior. Die Palea inferior (*pi* in Fig. 1, 2, 4, 5) sitzt an der der Achse abgekehrten Seite. Sie ist derb, breit elliptisch (Fig. 8), mit den Rändern umgebogen und läuft an ihrer Spitze in eine lange, scharf gesägte Granne (*ge*, Fig. 1—4 u. 9) aus. Die Palea superior ist dünnhäutig, gegen die Achse hin eingebogen und an beiden Enden umgeschlagen (Fig. 5, *ps*), elliptisch (Fig. 7), an der Spitze nicht ausgerandet und besitzt zwei rauhe, kurzbewimperte Kiele dort wo sich die Ränder nach innen umschlagen. Sie ist aufsen nur an einer schmalen, von der Palea inferior freigelassenen Partie an der Achsenseite sichtbar (Fig. 2 u. 4). Die Blütenhülle ist stark reduziert, die drei Kelchblätter sind ganz abortiert und von den drei Kronenblättern nur zwei, und zwar die beiden äufseren, gegen die Palea inferior gerichteten, als kleine, schief eiförmige, bewimperte Schüppchen (Fig. 13), lodiculae oder squamulae (*lo*, Fig. 5 u. 11), entwickelt. Die drei Stamina alternieren mit den Lodiculis, zwei liegen innen, gegen die Achse hin, eins nach aufsen (*stam*, Fig. 5). Sie tragen auf langem Filamente × förmige, also stark gespreizte Antheren, die zur Blütezeit bei den normalen Blüten weit aus den letzteren heraushängen. Bei allen kleistogamischen Blüten dagegen, die bei der Gerste nicht selten sind, bleiben sie zwischen den Paleis stecken und sind auch später noch, wenn die Frucht ausgebildet ist, als kleine Hervorragungen an der Spitze der Palea superior und der Grannenbasis sichtbar (×, Fig. 2 u. 4).

Der Fruchtknoten wird von einem Karpell gebildet und enthält ein anatropes Ovulum. Zur Blütezeit ist sein oberes Ende vierhöckerig. Innerhalb der beiden seitlichen Ränder entspringen die zwei Narbenschenkel (*Na*, Fig. 14—17) mit langen Narbenpapillen. Die vier Höcker (*Hö* in Fig. 14 u. 21), sowie der obere Teil des Fruchtknotens sind mit weichen Haaren besetzt (*t*, Fig. 20 u. 21). Dieser behaarte Teil wird während des Reifens in ein Gipfelpolster umgewandelt, welches sich anfangs als terminaler Wulst deutlich von der übrigen Frucht abhebt (Fig. 15 u. 16), endlich aber schrumpft und bei der reifen Frucht nur als behaarter Schopf sichtbar bleibt (*Hö*, Fig. 11 u. 18). Während dieses behaarte Gipfelpolster zur Blütezeit quantitativ den übrigen Fruchtknoten an Mächtigkeit übertrifft (Fig. 20 u. 21), tritt es späterhin immer mehr zurück, wie ein Vergleich der Figuren 14—18 deutlich zeigt.

Die beiden Seitenährchen der Ährchengruppe (II u. III, Fig. 1, 2, 3, 5) sind ebenfalls nur einblütig. Sie sind aber gestielt und eingeschlechtlich, und zwar männlich. Die Stamina sind wenigstens häufig vorhanden, der Fruchtknoten stets verkümmert. Manchmal sind die Ährchen ganz taub. Die einzige Blüte des Ährchens ist als Seitenspross der über die Blütenansatzstelle als kleines steriles Spitzchen (*z*, Fig. 5, Basalborste) fortgesetzten Ährchenachse aufzufassen. Die Glumae (*gl*, III, Fig. 1) der Seitenährchen besitzen fast dieselbe Gestalt wie die des Mittelährchens, sie sind pfriemlich-borstenartig, ungleich lang und ungleich hoch inseriert. Die Deckspelzen (*pi*, III, Fig. 1) sind länglich, oval, kahnartig, übergreifend, unbegrannt, die Vorspelzen (*ps*, III, Fig. 1) von der gewöhnlichen kielförmigen Gestalt, aber kürzer als die Deckspelzen. Diese bei der zweizeiligen Gerste sterilen Seitenährchen sind bei der sechszeiligen fruchtbar.

Während zur Blütezeit die Paleae bereits ihre definitive Gestalt angenommen haben, liegt der kleine Fruchtknoten als zarter, weicher Höcker an der Basis der grofsen Palearhöhlung. Erst nach erfolgter Befruchtung wächst derselbe heran und in die Höhlung hinein. Schliefslich presst er sich so fest an die Paleae an, dafs diese mit ihm verwachsen zu sein scheinen und sich z. B. von der reifen Frucht nur schwer ablösen lassen: das Gerstenkorn ist „bespelzt". So kommt die Gerste für gewöhnlich in Gebrauch. Bei dieser Handelsware (Fig. 4) fehlen die beiden seitlichen tauben Ährchen und das einblütige Mittelährchen läfst nur selten noch die beiden Glumae erkennen, wohl aber findet man an der Furchenseite, d. h. der Seite, die gegen die Infloreseenzachse gerichtet ist, an der Basis die kleine Basalborste (siehe oben), die Frucht ist dicht umschlossen von den Paleis, die Granne der palea inferior abgebrochen.

Die an der der Inflorescenzachse abgekehrten Seite sitzenden, länglich lineal-lanzettlichen, ca. 10 mm langen, bis 90 mik dicken Glumae laufen in eine lange, spitze Borste aus und tragen an den Seiten zahlreiche kurze, derbe, nach oben gerichtete Haare (Fig. 10). Im unteren breiteren Teile wird die Gluma von drei Bündeln durchzogen. Von diesen enden etwa in der Hälfte des Blattes zwei blind, das Mittelbündel tritt auch in die Spitzenborste ein und läuft bis zur äufsersten Spitze (*Ne*, Fig. 10). Im unteren Teile ist die Gluma mehrschichtig. Die äufsere (untere) Epidermis (*Epu*, Fig. 6) trägt an den zwischen den Nervenbündeln liegenden Gewebsstreifen Spaltöffnungen (*st*, Fig. 6) des Gramineen-Typus (Angew. Anat. S. 436), in Längsreihen angeordnet. Die Epidermis der Innen-(Ober-)seite ist spaltöffnungsfrei, trägt aber sehr zahlreiche lange, gegen die Blattspitze gerichtete, dem Blatte anliegende, verhältnismäfsig wenig verdickte Haare. In Fig. 6 sind bei *t* nur ihre Basalpartien dargestellt, da sie bei Querschnitten angeschnitten werden. Am Blattrande finden sich zahlreiche, kurze, derbe, gegen die Blattspitze gerichtete Borsten (*t*, Fig. 10), deren Wand sehr stark verdickt ist (Fig. 9a). Die Epidermiszellen sind gestreckt und liegen (wie bei den Gramineenblättern meist) in Längsreihen. Sie sind schwach gewellt, bezw. an den Seitenwänden getüpfelt. Das Mesophyll ist mit hellen Klumpen erfüllt. Die Glumae der unfruchtbaren Ährchen sind im allgemeinen ebenso gebaut.

Die ca. 220 mik dicke und ca. 3 mm lange Basalborste, die man bei den meisten Früchten noch gut erhalten findet (Fig. 4 u. 11, *y*), führt ein centrales Gefäfsbündel (Fig. 11a), welches von Parenchym umgeben ist. Unter der Epidermis liegt ein dicker Sclerenchympanzer (*B*, Fig. 11a). Die Epidermis der Aufsenseite entwickelt reichlich oft millimeterlange und bis 30 mik. dicke Haare mit kegelförmiger Spitze und bis 7,5 mik. dicker Wand, die steil nach oben gegen die Borstenspitze gerichtet und der Borste mehr oder weniger dicht angelagert sind, so dafs sie bei Querschnitten der Borste gleichfalls quer durchschnitten werden (Fig. 11a, *t*). Diese Basalborste ist als das Ende einer Seitenachse der Infloreseenz zu betrachten, an der die Blüte seitlich ansitzt (Fig. 11), vergl. oben S. 175.

Die schon zur Blütezeit bis auf nachträgliche Membranverdickungen völlig ausgebildete Palea inferior, die Deckspelze (*pi*, Fig. 1, 2, 4, 8, 11, 12), ist etwas tiefer inseriert als die Palea superior. Sie sitzt auf der der Infloreseenzachse abgekehrten Seite (Fig. 5, *pi*), ihre Mittelrippe (*Ml*, Fig. 1) liegt daher genau in der Mitte zwischen den beiden Glumis (Fig. 1, 3, 5). Sie umhüllt die Frucht nicht ganz (Fig. 12, *pi*), sondern läfst auf der Seite der Infloreseenzachse einen breiten Spalt frei (Fig. 2 u. 4). Breitet man sie aus, so sieht man, dafs sie von fünf Nerven durchzogen wird. Der Mittelnerv und die zwei benachbarten Nerven treten auch in die Granne (Fig. 9) ein (Fig. 8, oben), die als die obere Fortsetzung der palea inferior zu betrachten ist.

Diese Granne zeigt folgenden Bau. In der Mitte verläuft ein gröfseres, Spiralgefäfse führendes Gefäfsbündel, an den beiden Seiten je ein zartes Bündel (Fig. 30). Eingebettet sind diese beiden Bündel in mechanisches Gewebe (Bastfasern, Librosclereiden und Sclereiden, meist sehr gestreckte und reich getüpfelte Formen). Zu beiden Seiten von dem Mittelnerven verlaufen im Querschnitte rundliche Parenchymstreifen (*Par*, Fig. 30), deren Zellen bei Alkoholmaterial helle Klumpen enthalten. Auf der morphologischen Unterseite liegen über diesen Parenchymstreifen Spaltöffnungen (*st*, Fig. 30) in Längsreihen. Am Rande der Granne (Fig. 9) sitzen zahlreiche derbe, nach oben gerichtete zahnartige Haare mit sehr dicker Wand (Fig. 9a)

Die Palea superior, die Vorspelze (*ps*, Fig. 2, 4, 5, 7, 11, 12), ist bei der Blüte doppelt eingeschlagen (Fig. 5). An den beiden Einbiegungsstellen verläuft je ein Nerv (Fig. 12). Wenn die Frucht in die Palearhöhle hineinwächst und sich an die Spelzen andrückt, verschwindet diese anfangs ziemlich starke Einfaltung der Ränder und bei der reifen Frucht ist sie kaum noch zu bemerken (Fig. 12, *ps*). Hier greifen die Ränder der Palea inferior nur wenig noch über die der Palea superior hinüber. Beide zusammen bilden eine feste, die Frucht umschliefsende Hülle, die zwar aufserordentlich fest der Frucht anliegt, aber nie mit ihr verwächst.

Die Form der Frucht ist spindelförmig, von der breiten Mitte nach oben stärker als nach unten verjüngt (Fig. 18 u. 19). Die obere Partie des bespelzten Kornes ist fein gerunzelt, die untere glatt, der Rücken durch die Rippen kantig, die Granne bei der Handelsware abgebrochen (Fig. 4), an der stärker gewölbten Bauchseite läuft eine enge Längsfurche (*fa*, Fig. 19), die sich nach oben ein wenig erweitert.

Der anatomische Bau der Palea inferior gleicht der der Palea superior, nur ist letztere meist etwas dünner. Die Epidermis der Aufsenseite (1, Fig. 26 u. 27) besteht bei beiden aus sehr stark verdickten Zellen, deren Seitenwände, wie ein Flächenschnitt (Fig. 27) lehrt, wellig verbogen sind. Die gröfseren sind 0,1 mm lang, 20 mik breit und 10 mik hoch. Mit diesen Langzellen (*lz*) wechseln Kurzzellen (*kz*) ab, die entweder zu kurzen kegelförmigen oder doch nur wenig gestreckten Trichomen (*t*, Fig. 26 und 27) ausgestülpt sind oder eine Teilung in zwei Zellen zeigen. Letztere (*kz* in Fig. 27) machen den Eindruck, als seien es angelegte, aber nicht ausgebildete Spaltöffnungen. Sie obliterieren bisweilen. Oft ist eine der beiden Zellen gröfser als die andere und die gröfsere umfasst alsdann die kleinere halbmondförmig. An Stelle der Trichome finden sich bisweilen sogenannte Kieselzellen (verkümmerte Trichome). Stomata fehlen.

Unter der Epidermis folgt alsdann ein mehrere Zellreihen dicker mechanischer Beleg, dessen oft bis 0,8 mm, meist 0,3 mm lange und 20 mik breite Zellen sehr stark verdickt sind, in ihrer Verdickung aber, je weiter man nach innen kommt, abnehmen (Fig. 26 und 27, 2). Diese Zellen sind entweder echte Bastfasern mit linksschiefen Tüpfeln oder gestreckte bastzellenartige Fasern mit rundlichen Tüpfeln, in mannigfaltigen Übergängen. Am inneren Rande dieses mechanischen Streifens liegen die Nervenbündel: kleine kollaterale Gefäfsbündel (*gfb*, Fig. 26) mit kleinen Belegen dünnwandiger Bastzellen (*B*, Fig. 26) und einigen Spiralgefäfsen (*gf*, Fig. 27). Dann folgt ein dünnwandiges, reich durchlüftetes Assimilations-Parenchym (Fig. 26 u. 27, 3), dessen Zellen auf dem tangentialen Flächenschnitt eigentümliche Membranfaltungen zeigen (*Par*, Fig. 27) und rundliche Intercellularen zwischen sich lassen. Dies ist der gewöhnliche Fall. Gegen den Rand der Palea inferior hin sind es normale Parenchymzellen, am Rande fehlt das Parenchym. Die innere Epidermis (Fig. 26, 4) ist nicht immer gut zu sehen. Sie besteht aus dünnwandigen, stark gestreckten Zellen, Langzellen (*lz*, Fig. 27), die mit Kurzzellen (*kz*, Fig. 27) alternieren, von denen einige in dünnwandige, kegelförmige kurze oder längere Haare ausgestülpt sind (*t*, Fig. 27), andere durch entsprechende Teilungen in Spaltöffnungen übergehen (*st*, Fig. 26 u. 27). Die häutigen Seitenteile der Palea inferior haben verlängerte, nicht wellig verbogene Zellen, zum Teil mit schiefen Endflächen und tragen oft keulenförmige, obliterierte Haare.

Die Paleae bedecken als fester, nur nach dem Einweichen in Wasser ablösbarer Überzug die Früchte in einfacher Schicht, nur an den Seiten greift auf kurzer Strecke der Rand der Palea inferior über den der Palea superior (Fig. 12). Die Wände der Zellen sind bei den Paleis verkieselt.

In die Furche an der Bauchseite dringt die Palea superior bisweilen etwas ein. Eine Verwachsung der Paleae und der Frucht findet nicht statt. An der Basis der Frucht findet man zwischen Palea und Frucht eingeklemmt die beiden Lodiculae als zarte, häutige Gebilde mit oft 1 mm langen Haaren (Fig. 11, *lo* u. 13), an der Spitze von Früchten aus kleistogamen Blüten, zwischen den Paleis hervorragend, Reste der Staubfäden (Fig. 2 u. 4, ×) mit mehr oder weniger entleerten Antheren und zahlreichen rundlichen Pollenkörnern.

Der Fruchtknoten vor der Befruchtung ist in Fig. 20, zur Zeit der Befruchtung (bei der blühenden Pflanze) in Fig. 21 dargestellt. Das Fruchtblatt entspringt seitlich unterhalb der Spitze der Blütenachse. Anfangs bildet es einen halbringförmigen Wulst auf der Vorderseite, später fliefsen dann die Ränder auf der Hinterseite zusammen. Da der vordere Teil rascher wächst als der hintere, so entsteht eine Einbuchtung. Die seitlichen Ränder erheben sich dann als kleine Kegel und bilden die ersten Anfänge der zwei Narbenschenkel. Späterhin schliefst sich nicht nur die Einbuchtung auf der Hinterseite, sondern der hintere Rand überragt auch den der Vorderseite (Fig. 20). Zur Zeit der Blüte ist aus dem terminalen Fruchtknotenteile ein ziemlich grofses Gipfelpolster entstanden (*Hö*, Fig. 21), das aus parenchymatischem Gewebe besteht, in einer inneren Schicht (×, Fig. 21) grüne Chromatophoren führt und auf der Epidermis Haare (*t*, Fig. 21) in grofser Zahl trägt (vergl. auch Fig. 14). Durchschneidet man die Fruchtknotenwand dort, wo das Ovulum ansitzt, quer (Fig. 22 u. 25), so findet man, dafs sie aus etwa 14 Zellreihen besteht (Fig. 25, 5—8). Die innere Epidermis (Fig. 25, 8) ist deutlich differenziert, an sie schliefst sich nach aufsen eine doppelte Reihe sehr zarter, chlorophyllführender Zellen an (Fig. 22, × u. 25, 7). Dann folgen farblose, stärkeführende Zellen (Fig. 25, 6), und zu äufserst liegt die äufsere Epidermis der Fruchtknotenwand (Fig. 25, 5). In dem mittleren Gewebe verlaufen vier Gefäfsbündel: ein derbes an der Stelle, wo das Ovulum inseriert ist (*gfb*, Fig. 21 u. 22), und drei sehr zarte an den Seiten und gegenüber (*gfb*, Fig. 22). Die Schichten der Fruchtknotenwand entwickeln sich in der Weise weiter, dass die äufsere Epidermis nebst dem darunter liegenden farblosen Parenchym (Fig. 25, 5 u. 6) allmählich obliterieren, da sie durch den heranwachsenden Samen gegen die festen Paleae gedrückt werden. In der reifen Frucht sind sie daher stark zusammengedrückt (Fig. 26, 5 u. 6), doch auf Flächenschnitten noch gut zu erkennen: die Epidermis besteht aus gestreckten, ca. 0,3 mm langen und 15 mik breiten Zellen und

trägt gegen die Spitze der Frucht hin kleine Haare (Fig. 28, 5), das darunter liegende Gewebe zeigt knotige Wandverdickungen (Fig. 28, 6). Die dann folgende doppelte, anfangs chlorophyllführende Schicht (Fig. 25, 7) wird zur Querzellenschicht (Gürtelschicht, Fig. 26 u. 27, 7). Die Zellen strecken sich rechtwinklig zur Längsachse des Organs und erscheinen auf dem Flächenschnitt zu ziemlich regelmäfsigen Reihen verbunden. Ihre Wand ist dünn (1—2 mik, Fig. 28, 7). Die Zellen der äufseren Querzellenreihe schliefsen lückenlos aneinander (Fig. 28, 7), die Zellen der inneren lassen bisweilen Intercellularen zwischen sich. Die Länge der Querzellen schwankt sehr, sie erreicht 100—110 mik., ihre Breite, auf dem Flächenschnitt gemessen, ca. 15 mik. Die Zellen der inneren Epidermis endlich (Fig. 25, 8) bleiben im Breiten-Wachstum zurück, werden daher durch die stark heranwachsende Schicht 7 in ihrem Verbande gelöst und liegen, da sie sich schlauchartig in der Organsachse strecken, bei der reifen Frucht als einzelne isolierte gestreckte Schläuche (Schlauchzellen, Knochenzellen, Knüttelzellen) der Querzellenschicht innen auf (Fig. 28, 8) oder werden gar zwischen die Zellen derselben eingedrückt (Fig. 26, 8). Sie sind sowohl auf Längs- wie auf Querschnitten nur schwer aufzufinden, manchmal fehlen sie ganz. Ihre Länge schwankt (bis 150 mik), ihre Breite beträgt oft 10—15 mik. Ihre Wand ist dünn. So weit reicht die Fruchtschale.

Von den vier Gefäfsbündeln der Fruchtknotenwand (Fig. 22) entwickeln sich die drei zarten überhaupt nicht weiter. Sie sind an der reifen Frucht nicht aufzufinden, da das ganze Gewebe, in dem sie liegen, obliteriert. Nur einmal habe ich Spuren des einen gesehen. Dagegen entwickelt sich das von vornherein derbe Bündel an der Ansatzstelle des Samens weiter und ist bei der reifen Frucht vor der tiefen Furche (nicht in ihr) deutlich sichtbar (Fig. 12 u. 12a, *gfb*). Es führt Ring- und Spiralgefäfse.

An der Spitze der Frucht findet man nun noch den Rest des Gipfelpolsters (Fig. 11, *Hö*) in Form eines obliterierten Läppchens, dessen Epidermis zahlreiche Haare trägt. Diese Haare (Fig. 24, vergl. auch Fig. 11, *Hö*, Fig. 20 u. 21) sind einzellig, scharf zugespitzt, am Grunde bauchig erweitert. Ihre Breite beträgt in der Mitte meist 10—20 mik., bis 25 mik., an der Basis bis 40 mik, die Länge schwankt sehr, meist liegt sie um 150 mik, einige werden 1—1,5 mm lang. Die Dicke der Wand schwankt ebenfalls sehr, meist beträgt sie 3—5 mik, manchmal ist die Wand bis fast zum Verschwinden des Lumens oder unregelmäfsig verdickt. Auch die Reste der zwei federigen Narben sind auf dem Gipfelpolster zu bemerken (Fig. 11, *Na*). Sie erscheinen als zwei zurückgebogene, eingetrocknete Streifchen.

Das Ovulum ist achsenbürtig, der Bauchnaht des Karpells angewachsen, das obere Ende der Blütenachse wird zur Eianlage. Die Basis des Ovulums wird durch einseitig gefördertes Wachstum auf der Hinterseite emporgehoben, so dafs das Ovulum immer deutlicher anatrop wird (Fig. 20). In diesem Entwicklungsstadium sind die Integumente des Ovulums, sowie die Mikropyle bereits deutlich sichtbar (*ia*, *ii*, *Mp*, Fig. 20). Das innere Integument ist an der Mikropylaröffnung verdickt. Ein Nabelstrang fehlt. Zur Zeit der Befruchtung ist das Ovulum deutlich anatrop (Fig. 21, *ov.*). Die Integumente schliefsen an der Mikropyle nicht zusammen, besonders das Exostomium ist sehr grofs (Fig. 21). Die äufserste Schicht des Nucellus ist deutlich differenziert (Fig. 21, *z*), der Embryosack (*Ems*) mit dem Eiapparat (*y*, Fig. 21) deutlich. Sowohl das äufsere Integument (Fig. 25, 9_1) wie das innere (Fig. 25, 9) sind zwei Zellen dick (an der Spitze ist das innere dicker). Aber schon frühzeitig (wenige Tage nach der Befruchtung) obliterieren die Zellen des äufseren und gehen schliefslich ganz zu Grunde, so dafs im reifen Samen nicht einmal Reste desselben zu finden sind (Fig. 26). Nur das mit einer Kuticula bedeckte innere Integument bleibt erhalten und ist auch im reifen Samen noch als eine aus zwei Reihen dünnwandiger Zellen bestehende Schicht zu erkennen (Fig. 26, 9), deren Zellen auf dem Flächenschnitt gestreckt erscheinen (Fig. 28, 9). Oft sind sie aber zu einem schmalen gelblichen Streifen zusammengedrückt. Sie enthalten einen eisenbläuenden Gerbstoff. Sie bilden die Samenschale.

Die schon zur Zeit der Befruchtung deutlich hervortretende einreihige Randschicht des Nucellus (Fig. 25, 10) bleibt auch dann noch lange erhalten, wenn der übrige Teil des Nucellus durch den heranwachsenden Embryosack resp. das in ihm sich bildende Endosperm resorbiert ist, ja sie ist sogar noch am reifen Samen als eine schmale helle Zone obliterierten Gewebes (Perisperm) zu erkennen (Fig. 26, 10, *Nuc*).

An der Stelle wo das Ovulum ansitzt ist zur Zeit der Befruchtung ein breiter Nucellarwulst sichtbar (Fig. 22, *z*), der sofort durch die strahlige Anordnung seiner relativ derbwandigen Zellen, sowie deren andersartigen Inhalt auffällt. Aus ihm entwickelt sich das in der Furche der reifen Frucht sichtbare eigentümliche strahlige Gewebe (Fig. 12 u. 12a, *z*), das sich nach aufsen hin an einen Streifen brauner Pigmentzellen (*y*, Fig. 12 u. 12a) ansetzt, der aus der mit *y* bezeichneten Partie der Fig. 22 entsteht, gerade an der inneren Grenze der hier ziemlich dicken Fruchtschale liegt und mit dem dort streichenden Bündel (*gfb*, Fig. 12 u. 12a) durch einen Strang gestreckter Zellen verbunden ist. Diese ganze Partie bleibt im Wachstum zurück und dadurch entsteht durch beiderseitige Überwallung die bei der Gerste schmale Furche der Frucht (Fig. 19) an der gegen die Inflorescenzachse gerichteten Seite, dort wo die Palea superior sitzt. Das „strahlige Gewebe" zeigt in der That Zerrungen nach beiden Seiten hin. Weiter nach innen liegt sogar eine durch Zerreissen der Zellen entstandene Höhlung (*lü*, Fig. 12a).

Das Endosperm wird nach aufsen hin von einer zwei- bis vierreihigen Schicht dickwandiger, meist radial gestreckter, auf dem Flächenschnitt isodiametrischer oder wenig gestreckter Aleuronzellen (Kleberzellen, Ölzellen, Fermentzellen, Pseudoproteinschicht) begrenzt (*kl* u. 11, Fig. 26), die neben fettem Öl einen Zellkern und reichlich Aleuronkörner, aber keinen Kleber enthalten, deren Inhalt sich mit Jod gelbbraun färbt und deren Wand nach Behandlung mit Kalilauge eine Differenzierung in primäre, sekundäre und tertiäre Membran erkennen läfst. Die Zellen stehen untereinander in offener Kommunikation. Ihr längster Durchmesser erreicht, auf dem Flächenschnitt gemessen,

45 mik, ihr kürzester erreicht 35 mik, meist sind sie schmäler, ca. 20 mik. Die Wand ist bis 7,5 mik dick. Die Aleuronkörner sind 0,5—2,5 mik breit. Sie werden leicht durch Wasser und verdünnten Alkohol zerstört und liegen in einem Netze von derbem Ölplasma. Beim Einlegen in Wasser sieht man nur dies Netz mit seinen Höhlen und die Öltropfen sind herausgetreten. Der ganze übrige Teil des Endosperms besteht aus einem dünnwandigen, intercellularenfreien Stärkeparenchym. Dies macht die Hauptmasse des Samens aus. Bisweilen ist die Haut des Embryosackes als feine helle, die Aleuronzellen überziehende Linie sichtbar. Am Scutellum ist das Stärke und Plasma führende Endosperm, dessen Zellen eine radiale Streckung zeigen, leer und bildet dort eine „Quellschicht". Die Stärkekörner sind in Plasma (Kleber) eingebettet, welches besonders reichlich in den äufseren Schichten auftritt.

Bei den Stärkekörnern kann man Grofskörner und Kleinkörner unterscheiden (Fig. 29), die durch Mittelformen fast gar nicht miteinander verbunden sind. Die Grofskörner sind linsenförmig, selten genau kreisrund, von der Fläche gesehen, bisweilen knollenförmig oder schwach nierenförmig und meist 20—25 mik, einige 27—30 mik, ja 35 mik lang, die Kleinkörner kugelig und 1—4 mik lang. Die Mittelformen messen oft 10—15 mik. Die Körner sind also kleiner als beim Weizen und Roggen. Der Kern liegt bei beiden central, Schichtung ist oft deutlich zu sehen, luftführende Centralhöhle und strahlige Risse fehlen oder sind doch selten. Zusammengesetzte Körner, besonders solche mit vielen Teilkörnern, sind selten unter den Kleinkörnern. Bei der „mehligen" Gerste ist in den Endospermzellen Luft enthalten, bei der „glasigen" fehlt diese. Der Querschnitt des Samens in der Höhe des Endosperms (Fig. 12) zeigt eine tiefe Einfaltung (Furche) vor welcher das Fruchtschalbündel und in welcher Pigmentstrang und strahliges Gewebe liegen.

Der Keimling liegt auf der der Inflorescenzachse abgekehrten Seite, der Basis des Samens einseitig angefügt (Fig. 18 u. 11) und besteht aus dem dem Endosperm anliegenden Schildchen oder Scutellum (*scut*, Fig. 11 u. 18), der von dem Kotyledon (*cot*) (der Keimscheide oder Coleoptile) kappenförmig bedeckten Plumula (*pl*, Fig. 11), der Radicula (*rad*) und der Coleorhiza (*co*, Fig. 11). Bei der Keimung entwickeln sich aus der Plumula Stengel und Blätter, aus der Radicula die Wurzel der Pflanze; der Kotyledon wird an der Spitze durchbohrt, ebenso die Coleorhiza. Die dem Stärke-Endosperm anliegende Epidermis des Scutellums besteht aus gegen das Endosperm hin palissadenartig gestreckten Zellen und bildet das charakteristische Saug-Epithel (vergl. Taf. 42, Fig. 17, *p*), die übrigen Zellen des Scutellums sind rundliche Parenchymzellen, alle reich an Plasma, je einen Zellkern führend. Ein Prokambiumstrang tritt von dem Keimling in das Scutellum, das oben mit einem Ligulargebilde über den Kotyledon greift (*scut*, Fig. 11). Nach unten setzt sich das Scutellum in die die Radicula umhüllende Coleorhiza fort (*co*, Fig. 11). Die Plumula besteht aus dem sehr kurzen Stengelchen, welches in einen stumpfkegeligen Vegetationspunkt endet, um den ringsum die jugendlichen Blattanlagen sich orientieren, die von dem kappenförmigen Kotyledon (*cot*, Fig. 11) tutenartig behüllt werden. In den Achseln der Blattanlagen liegen kleine Vegetationskegel. Aus ihnen entwickeln sich die Nebenhalme, denn die keimende und sich bestockende Gerste bildet in der Regel 6—7 Halme. An der Radicula (*rad*) ist die Haube deutlich. Aufser der Hauptwurzel sind meist schon im Keimling mehrere primordiale Nebenwurzeln entwickelt (Fig. 11). Das ganze Gewebe des Keimlings ist reich an Plasma und Öl.

Die gekeimte und dann gedörrte Gerste ist das Malz, dessen Auszug je nach dem Grade der Konzentration Malzextrakt oder Malzzucker heifst. Bei der Keimung wird durch diastatische Fermente die Stärke in Zucker verwandelt.

Der Gerstenkaffee ist geröstete Gerste.

Die Mahlprodukte der Gerste.

Am meisten in Benutzung wird die Rollgerste genommen. Es sind dies die von den Spelzen durch „Schälen" befreite und in Körner verschiedener Gröfse (Gerstel, Gerstelgries, Perlgraupen, Graupen, Hordeum perlatum) geschrotenen, „gerollten", Gerstenfrüchte; an diesen Körnern findet man aber, da die Häute sehr fest anhaften, meist noch Reste der Frucht- und Samenschale, in der Furche sogar da und dort noch Reste der Palea superior. Unter Grütze versteht man die entspelzten und nicht oder nur wenig zerkleinerten Früchte. Die teils als Kleie, teils als Mehl beim Schälen abfallenden Nebenprodukte sind unter dem Namen Gerstenkleie, Gerstenfuttergries, Graupenfutter, Gerstenfuttermehl, Graupenschlamm im Handel und dienen als Futtermittel. Das Gerstenmehl wird aus den mehr oder weniger entspelzten Körnern dargestellt und spielt auch als Bestandteil einiger sog. Kindernährmittel (Timpe's Kraftgries, Köben's Nährpulver, Gehring's Laktin) eine gewisse Rolle. Das präparierte Gerstenmehl, Farina hordei praeparata, — 30 Stunden im Dampfbade erhitztes Gerstenmehl — war, da leicht verdaulich, früher sehr beliebt und ist der Vorläufer der sogenannten Kindermehle.

Gerstenstärke wird fabrikmäfsig wohl nirgends in gröfserem Umfange dargestellt.

Die unzerkleinerte Gerste ist morphologisch und anatomisch leicht zu erkennen, auch bei der Grütze bieten die stets noch anhaftenden Spelzenreste gute Anhaltspunkte; besonders sind die äufsere Epidermis der Paleae (Fig. 27, 1), sowie die prosenchymatische und parenchymatische Mittelschicht (Fig. 27, 2 u. 3) zur Diagnose verwendbar. Auch bei der Rollgerste findet man diese noch bisweilen, stets aber Fruchtschalreste. Die Fruchtschale ist wenig charakteristisch. Schicht 5, 6 u. 8 (Fig. 28) sind zur Diagnose unverwendbar, gut brauchbar die doppelte Querzellenschicht (Fig. 28, 7), die bei Flächenansichten der mehrzelligen Kleberschicht (Fig. 28, 11) direkt aufzuliegen scheint, obwohl vier Schichten dazwischen liegen. Dazu kommen dann noch die Fragmente der stets einzelligen Haare des Gipfelpolsters (Fig. 11, *Hö*, Fig. 21 u. 24), der Basalborste (*y*, Fig. 11), der Lodiculae (*lo*, Fig. 13 u. 11),

der äufseren Epidermis der Spelzen (*l*, Fig. 27, 1), der inneren Epidermis der Spelzen (*t*, Fig. 27, 4, unten) und der Fruchtschale (Fig. 28, 5). Die Haare der Glumae und der Granne pflegen zu fehlen.

Auch im Gerstenmehl sind Reste der Paleae, der Fruchtschale und der Haare aufzufinden, wenn man in Chloral beobachtet. Die Hauptmasse bilden aber die charakteristischen Stärkekörner (Fig. 29).

Tafel 41.

Erklärung der Abbildungen.

Hordeum distichum.

Fig. 1. Drei einblütige, dem Zahne der Spindel inserierte Ährchen, nur das mittlere (*I*) fruchbar und halbreif, die seitlichen (*II*) und (*III*) taub. *gc* Granne. *Ml* Mittelrippe der Palea inferior. Vom Rücken, d. h. von der der Inflorescenzachse abgekehrten Seite gesehen, die Teile auseinandergebogen.

„ 2. Das gleiche, von der Bauchseite, d. h. von der der Inflorescenzachse zugekehrten Seite gesehen. Bei × Antherenreste, *y* Basalborste.

„ 3. Das gleiche, halb von der Seite gesehen.

„ 4. Reifes Gerstenkorn, von der Bauchseite gesehen, mit den Spelzen behüllt, an der Basis die Basalborste (*y*).

„ 5. Diagramm der drei einblütigen Ährchen in der Stellung der Fig. 1.

„ 6. Querschnitt durch eine Gluma (*gl*, u. *gl*,, in Fig. 1 u. 3).

„ 7. Palea superior ausgebreitet.

„ 8. Palea inferior ausgebreitet, die Granne (*gc*) abgebrochen.

„ 9. Grannenspitze.

„ 9a. Haar vom Grannenrande.

„ 10. Gluma der fruchtbaren Ährchen.

„ 11. Längsschnitt durch die reife Frucht (Lupenbild) in der Richtung *a—b*, Fig. 12, mitten durch die Falte (*fa*). Rechts unten der Keimling Basalborste (*y*), Lodicula (*lo*) deutlich, ebenso das Gipfelpolster mit den Narbenresten (*Hö*, *Na*).

„ 11a. Querschnitt durch die Basalborste. Lupenbild.

„ 12. Querschnitt durch die reife Frucht oberhalb der Mitte. Lupenbild.

„ 12a. Die Falte aus Fig. 12 etwas stärker vergröfsert. *gfb* Fruchtschalbündel, *y* Pigmentstrang, *z* strahliges Gewebe, *lü* Lücke — Bezeichnungen wie in Fig. 12.

Fig. 13. Lodicula.

„ 14—17. Entwicklung des Fruchtknotens zur Frucht. *Hö* Gipfelpolster. (14—16 im gleichen Gröfsenverhältnis.)

„ 18. Reife Frucht nach Ablösung der Spelzen von der Rückenseite.

„ 19. Dieselbe von der Bauchseite *fa* Falte. (17—19 im gleichen Gröfsenverhältnis.)

„ 20. Junger Fruchtknoten mit dem Ovulum. Längsschnitt.

„ 21. Fruchtknoten zur Blütezeit. Längsschnitt. *x* Chlorophyllschicht, *y* Keimbläschen, *z* Nucellus an der Keimwarze.

„ 22. Derselbe quer durchschnitten, *z* wird zum strahligen Gewebe, *y* zur Pigmentschicht. (Fig. 20—22 mit Benutzung der Lermer-Holzner'schen Figuren.)

„ 23. Vacat.

„ 24. Haare des Gipfelpolsters der reifen Frucht (*Hö*, Fig. 11).

„ 25. Fruchtknotenwand, Integumente und Nucellus quer durchschnitten.

„ 26. Spelze (*pi*), Fruchtwand (*frs*), Samenschale (*ss*), Nucellarrest (*Nu*) und Endosperm (*End*), quer durchschnitten. Reife Frucht.

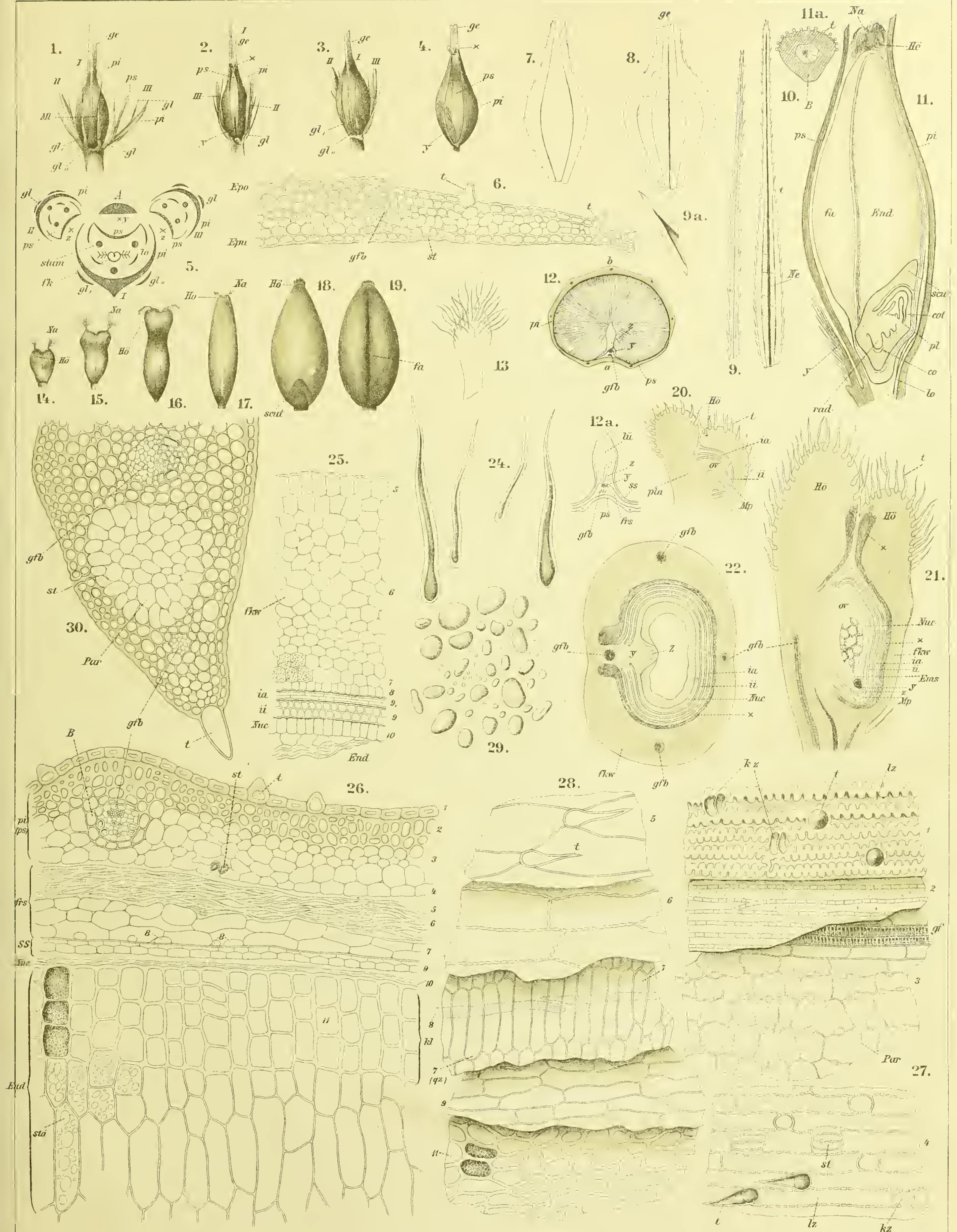
„ 27. Die aufeinander folgenden Schichten der Spelze in Flächenansicht von aufsen nach innen.

„ 28 Die aufeinander folgenden Schichten der Fruchtschale (5—8), der Samenschale (9) und des Endosperms in Flächenansicht.

Die kleinen Zahlen in Fig. 25 — 28 bezeichnen die korrespondierenden Gewebe.

„ 29. Stärkekörner.

„ 30. Grannenrand, quer durchschnitten.



Lith. Anst. v. C. Kirst, Leipzig.

Triticum.

Weizen, Froment, Blé.

Die echten Weizenarten (frumentum Metzger) umfassen vornehmlich die fünf Stammformen Triticum vulgare Vill, Tr. aristatum Schübl., Tr. turgidum L., Tr. durum Desf., Tr. polonicum L. Bei allen diesen ist die Ährenachse zähe, nicht zergliedernd, und die reifen Früchte fallen leicht aus dem Spelzengehäuse heraus. Die Glumae und Paleae sind gedunsen, auf dem Rücken mehr oder weniger breit gewölbt, die Ährchen 2—5 blütig. Bei Triticum vulgare, aristatum und turgidum sind die Glumae eiförmig, bei durum und polonicum ei-lanzettförmig. Tr. vulgare hat keine, resp. eine sehr kurze, aristatum eine mehr oder weniger lange Granne, turgidum sehr gedunsene Früchte, durum sehr lange Grannen, polonicum die gröfsten Glumae.

An den echten Weizen schliefst sich dann der Spelz (Spelta Metzger) mit zerbrechlicher, bei der Reife zergliedernder Ährenspindel und fest vom Spelzengehäuse umschlossenen Früchten. Bei Tr. Spelta L. selbst sind die Glumae gerade abgestutzt, bei Tr. dicoccum Schrank stark gekielt und spitz auslaufend, die Ährchen 2—4 früchtig, bei Tr. monococcum L. sind die Glumae spitz auslaufend, auf dem Rücken weniger stark gekielt, die Ährchen einfrüchtig.

Am häufigsten wird wohl Triticum vulgare, der gemeine Weizen, kultiviert, und dieser sei daher der Beschreibung zu Grunde gelegt.

Die mehr oder weniger vierseitige Ähre trägt an den Zähnen ihrer Spindel nierenförmige Ährchen (Partialinflorescenzen), abwechselnd bald auf der einen, bald auf der anderen Seite, die 4—7 blütig sind und 3—4 Früchte erzeugen.

Das in Fig. 1 u. 2 dargestellte Ährchen ist vierblütig, parallel der Anheftungsstelle (parallel der Spindel) zusammengedrückt, die eine breite Fläche der Achse zugewendet. Das Ährchen wird an der Basis zunächst von zwei grofsen, kahnartigen, derben, einander gegenüberstehenden, parallel genervten, auf dem Rücken scharf gekielten und an der Spitze in eine derbe, kurze und gerade Stachelspitze (Granne) auslaufenden, breit-eiförmigen, gestutzten, mehrnervigen, ungleichseitigen, im unteren Teile des Rückens abgerundeten, bauchigen Glumae (Hüllspelzen, Fig. 1 u. 2, *gl*, *gl*,,, Fig. 3 u. 4) bescheidet, von denen die eine etwas höher inseriert ist als die andere und die als Involucrum der Partialinflorescenz aufzufassen sind. An der kurzen Seitenachse (*A*, Fig. 2) sitzen hier vier Blüten, von denen aber nur die drei unteren fruchtbar zu sein pflegen (Fig. 1). Jede der vier Einzelblüten ist von zwei Paleis umhüllt. Die untere, die palea inferior, den Glumis nachgebildet und der Regel nach der zweizeiligen Anordnung derselben folgend, also vor der Glumis stehend, ist knorpelig hart und nur oberwärts deutlich nervig, kahnartig bauchig, und umfafst den in ihrer Achsel entspringenden blütentragenden Sprofs vollkommen (*pi* in Fig. 1 u. 2). Sie ist bei den unteren Blüten etwa ebenso lang als die Gluma, unbehaart (es kommen aber auch dort behaarte Weizen vor), nahezu gleichseitig ausgebildet (*pi*, Fig. 7) und an der Spitze mit einer kegelförmigen und spitzen Stachelborste, Granne, versehen (Fig. 5 u. 7). In der Achsel dieser Palea inferior entspringt ein Sprofs, dessen Achse fast auf Null verkürzt ist. Dieselbe beginnt mit einem adossirten, häutigen, mit den Rändern nach innen eingeschlagenen, niemals begrannten Vorblatte, der Palea superior Fig. 1 u. 2, 6 u. 7, *ps*). Dieselbe ist zweikielig (Fig. 7, *ps*) und an der Spitze mehr oder weniger ausgerandet. In der Mitte auf der Rückenseite ist sie infolge des Druckes der nächsthöheren Blüte der ganzen Länge nach kahnartig vertieft (Fig. 7, *ps*).

Das Perigon der Blüte besteht aus zwei kleinen Lodiculis, den beiden vorderen Kronenblättern (*lo*, Fig. 2 u. 8). Die drei Stamina (*stam*, Fig. 2) besitzen in der Knospe nur kurze, dünn-fadenförmige Filamente. Die letzteren strecken sich jedoch zur Zeit der Blüte aufserordentlich rasch lang und ragen alsdann aus den Spelzen hervor, an ihrer Spitze die langen introrsen, dithecischen, auf dem Rücken angehefteten, linealen, × förmigen Antheren tragend. Der einfächerige, oberständige Fruchtknoten trägt auch hier, wie bei Hordeum (vergl. dieses),

ein anatropes Ovulum. Es ist, ähnlich wie bei Hordeum, mit einem behaarten Gipfelpolster versehen und trägt zwei federige Narben (*Na*, Fig. 2).

Die Gluma (Fig. 3 [Fig. 1, *gl*, *gl,,*]) ist ungleichseitig (Fig. 4), die kräftig hervortretende Mittelrippe liegt also excentrisch. Auf der einen, der kürzeren Seite, laufen 2—3, auf der längeren 5—7 besonders an der Blattspitze reichlich anastomosierende Bündel im Gewebe. An den dünnen häutigen Rändern ist das Gewebe einschichtig, an der Mittelrippe ziemlich dick. Beiderseits an den Nervenbündeln finden sich stets Streifen reichdurchlüfteten Chlorophyll-Parenchyms, über denen Spaltöffnungen liegen. An den übrigen Stellen findet man unter der derben, in der Flächenansicht welligen Epidermis mechanisches Gewebe. Die innere Epidermis trägt gerade und besonders an der Mittelrippe stachelige Haare (Fig. 4).

Die Palea inferior (Fig. 1 u. 7, *pi* und Fig. 5) ist erheblich dünner als die Gluma, an der dünnsten Stelle z. B. nur 75 mik dick. Gegen den Rand hin verdickt sich das Deckblatt etwas (×, Fig. 7), umsäumt ist es aber von einem sehr dünnen, einschichtigen Rande (Fig. 7, *pi*). Ausser dem in die kurze hakenförmige Granne auslaufenden Mittelrippenbündel finden sich auf jeder Seite desselben je vier kleinere Bündel. Die Epidermis der Oberseite (Innenseite) besteht aus gestreckten Zellen, die mit zu dünnwandigen, in eine feine Spitze auslaufenden Haaren ausgestülpten, kurzen Zellen abwechseln (Fig. 22). Die Spaltöffnungen im Typus der Gramineen (Fig. 22 a) liegen in Vertikalreihen. Die Epidermis der Unterseite (Aufsenseite) besteht aus derben Langzellen mit stark wellig verbogenen Seitenwandungen und Kurzzellen, die entweder einzellig und dann meist in ein sehr kurzes kegeliges Trichom, seltener in längere, derbe Haare ausgestülpt sind oder die bekannte Teilung in zwei Kurzzellen zeigen, von denen die eine zu obliterieren pflegt (vergl. Hordeum). Unter der Epidermis liegt im gröfsten Teile des Blattes eine meist dreireihige Schicht ziemlich dicker, nach innen zu dünner werdender langer Bastfasern, im dickeren Teile des Blattes (×, Fig. 7) reichen dieselben von Epidermis zu Epidermis. Dann folgt ein sehr zartwandiges, reich durchlüftetes Assimilationsparenchym. Die Granne trägt kurze derbe Haare (wie bei Hordeum, s. d.).

Die Palea superior (*ps* in Fig. 1, 2, 6, 7) ist noch viel dünner als die Palea inferior, an den Rändern einschichtig, in der Mitte 2—3 schichtig. An den beiden Nerven springt das Gewebe kielartig nach aufsen vor (Fig. 7). Nur dort liegt rings um die Bündel zartwandiges Assimilationsparenchym, nur über diesem finden sich Spaltöffnungen (Fig. 20, *st*). Die Epidermis der Oberseite (Innenseite) und die der Unterseite (Aufsenseite) gleichen im grofsen und ganzen den entsprechenden Bildungen bei der Palea inferior, nur sind die welligen Epidermiszellen der Unterseite, die Langzellen, dünnwandiger und die Kurzzellen in längere Haare ausgestülpt als dort (Fig. 20). Das mechanische Gewebe besteht aus Bastzellen. Der Rand ist mit sehr kurzen Haaren besetzt (Fig. 21 b).

Die Lodiculae haben die typische Form (Fig. 8, vergl. auch Hordeum).

Die Frucht ist länglich-eiförmig (Fig. 9 u. 10), im Querschnitte stumpf-dreikantig, etwas verschieden je nach dem Orte, wo man den Querschnitt macht (Fig. 12—14). Auf der Bauchseite läuft eine Furche, an der Spitze sitzt der „Bart“ (*t*, Fig. 9 u. 10), das stark behaarte Gipfelpolster (s. Hordeum). Die Entwicklungsgeschichte der Frucht gleicht im allgemeinen der von Hordeum (s. dieses).

Bei der reifen Frucht ist die Fruchtschale mit der Samenschale verwachsen. Die Epidermis der Fruchtschale besteht aus in der Längsachse der Frucht gestreckten Zellen (Fig. 16, 1), deren Aufsenwände stark verdickt (Fig. 15, 1), deren Seitenwände getüpfelt sind (Fig. 16, 1). Gegen die Spitze der Frucht hin und ganz besonders an der Spitze selbst führt die Epidermis der Fruchtschale zahlreiche Haare, die den sog. „Bart“ des Weizens bilden (*t*, Fig. 9 u. 10). Diese Haare sind ungewöhnlich dickwandig, an dem Ende ziemlich plötzlich zu einer feinen Spitze zugeschärft (Fig. 18, ×) und werden ziemlich lang — bis über 700 mik — (meist ca. 500 mik.). Ihr Durchmesser beträgt in der Mitte im Maximum 15—30 mik (meist 15—18,5 mik)., an der Basis sogar bis 35 mik und mehr, bei den kleineren dagegen in der Mitte nur 9—10 mik. Sie sind stets einzellig. Sehr bemerkenswert ist die aufserordentliche Dicke der Wand, die 3,5—9,5 mik. beträgt, bei verhältnismäfsig engem Lumen (nur 1,5—3,5 mik.). Diese Haare bilden ein gutes Unterscheidungsmittel zwischen Weizen, Roggen und Gerste. Bei der Gerste ist das Lumen am weitesten und die Wand am dünnsten, beim Weizen ist die Dicke der Wand am gröfsten und das Lumen am engsten, der Roggen hält die Mitte. Wichtig ist hierbei besonders das Verhältnis der Wanddicke zum Durchmesser des Lumens. Zwischen dem Barte findet man auch die Reste der beiden Narben.

Die unter der Epidermis der Fruchtschale folgende Schicht, die sog. Mittelschicht (Fig. 15 u. 16, 2), besteht aus dickwandigen gestreckten Zellen, die denen der Epidermis ziemlich ähnlich, auch zum Teil an den Seitenwänden getüpfelt sind. Es sind von denselben entweder eine oder zwei Reihen vorhanden. Die Wanddicke nimmt nach innen hin ab, die Weite des Lumens zu. Die Wand färbt sich mit Chlorzinkjod gelb und giebt erst nach Behandeln mit Kalilauge die Cellulosereaction. Dann folgt ein dünnwandiges Parenchym (Fig. 15 u. 16, 3), welches entweder aus eng aneinander liegenden Zellen besteht oder lückig ist. In dieser Schicht reifst die Fruchtschale leicht entzwei.

Nun folgt die Querzellenschicht (Fig. 15 u. 16, 5). Die Zellen derselben zeigen, da sie rechtwinklig zur Längsachse des Organs gestreckt sind, auf Querschnitten durch die

Frucht starke Tangentialstreckung, die Tüpfelung der Wand ist auch hier deutlich (Fig. 15, 5), tritt aber auf Flächenschnitten noch viel deutlicher hervor (Fig. 16, 5). Die Querzellen liegen in Reihen, ihre Länge differiert etwas, von 85—200 mik., meist beträgt sie 120—150 mik., die Dicke der Doppelwand 7 bis 8 mik, an den Enden weniger, die lichte Weite des Lumens 11—19, meist 15 mik. Die Form der Querzellen ist eine rechteckige, nur am Scheitel der Frucht sind sie unregelmäfsig gestaltet, ihre Wand quillt in Kali kaum. An den Enden sind sie oft, nicht immer, etwas emporgebogen, die Innenwand ist ein wenig dicker als die Aufsenwand. Die Querzellenschicht ist wegen ihres eigentümlichen Baues auf Flächenschnitten die am meisten ins Auge fallende. Bei der trockenen Frucht liegen oft luftführende Intercellularlinien zwischen den Längswänden benachbarter Querzellen.

Zwischen diese Querzellenschicht und die Parenchymschicht ist da und dort noch eine Zwischenschicht eingeschoben, die inselartig der Querzellenschicht aufliegt und aus sehr unregelmäfsigen, an den Seitenwänden stark getüpfelten Zellen besteht, die ziemlich grofse, meist rundliche Intercellularen zwischen sich lassen (Fig. 16, 4). Auf Querschnitten ist dieselbe kaum, wohl aber auf Flächenschnitten oft sehr deutlich zu sehen.

Unter der Querzellenschicht folgen dann die stark in der Organsachse gestreckten, gekrümmten oder geschlängelten, sehr eigenartigen Schlauchzellen (Fig. 15 u. 16, 6). Dieselben entwickeln sich aus der inneren Epidermis der Fruchtknotenwand (vergl. Hordeum) und sind hier sehr viel deutlicher als bei der Gerste, doch nur selten so gut entwickelt, dafs sie grofse diagnostische Bedeutung besitzen. Ihre Wand ist dünn, freilich dicker als bei der Gerste. Sie schneiden die Querzellenschicht rechtwinklig (Fig. 16).

In die Falte auf der Bauchseite der Frucht (*fa*, Fig. 14) dringt die Fruchtschale ein beträchtliches Stück ein, am wenigsten tief Epidermis und Mittelschicht (Fig. 14, 1 u. 2), am tiefsten die innersten Schichten (Fig. 14, 5), die sich am Grunde der Falte nach Umkrümmung nach aufsen beiderseits an den Pigmentstrang ansetzen; die Parenchymchicht (Fig. 14, 3) pflegt zerrissen zu sein, so dafs beiderseits vor der, den Pigmentstrang mit der Mittelschicht verbindenden Gewebsplatte zwei Lücken liegen. Ein Gefäfsbündel (wie bei Hordeum, s. d.) ist vor der Falte bei Triticum nicht zu sehen.

Die aus dem inneren Integumente (das äufsere geht zu Grunde, vergl. Hordeum) hervorgehende Samenschale („braune Haut“) besteht aus zwei Reihen stark obliterierter Parenchymzellen, die nährschichtartig zusammengefallen sind (Fig. 15, 7 u. 8), und die, wie der Flächenschnitt (Fig. 16, 7 u. 8) lehrt, nicht gleichsinnig gestreckt sind, sondern sich etwa rechtwinklig schneiden. Besonders die innere Reihe enthält oft braune, spindelförmige oder rundliche Inhaltskörper (Chromatophoren), so dafs, da auch die Membran den braunen Farbenton abgestorbener Membranen annimmt, die Samenschale auf dem Querschnitte als eine „braune Haut“ erscheint.

In der Falte, die je nach der Höhe, wo der Schnitt geführt wird, eine etwas verschiedene Gestalt hat, liegt, der Fruchtschale eng angefügt und in eine Mulde derselben eingebettet, der braune, runde Pigmentstrang (×, Fig. 14), dessen Entstehung wohl hier die gleiche ist wie bei Hordeum (s. d) und der aus gelbbraunen Zellen besteht. Von ihm geht ein Strang dickwandiger, gestreckter, heller Zellen nach innen, wo er entweder der Kleberschicht direkt aufsitzt oder — was meist geschieht — von dieser abgerissen ist, so dafs eine Lücke entsteht. Dieser Strang ist zum Nucellargewebe zu rechnen.

Dann folgt der Nucellarrest (das Perisperm, die „helle Haut“, Fig. 15 u. 16, 9, *Nuc*). Derselbe besteht aus einer Reihe sehr eigentümlich verdickter Zellen. Während nämlich die Seitenwände ganz dünn bleiben, verdickt sich Aufsen- und Innenwand so stark, dafs nur ein ganz schmales Lumen übrig bleibt (Fig. 15, *Nuc*). Diese hellen dicken Wände zeigen oft eine deutliche Schichtung. Von der Fläche betrachtet (Fig. 16, 9) zeigen die Zellen natürlich keinerlei Verdickung. Tangential sind sie verhältnismäfsig wenig gestreckt (Fig. 15, 9).

Soweit reicht Fruchtschale, Samenschale und Nucellarrest, das ganze übrige — die Hauptmasse der Frucht — wird von dem Endosperm gebildet.

Dasselbe wird zu äufserst begrenzt von einer einreihigen Aleuronschicht („Kleberschicht“), deren dicke Wände sowohl auf Querschnitten wie auf Flächenschnitten (neben der Querzellenschicht) stark ins Auge fallen (Fig. 15 u. 16, 10). Die Doppelwände sind auf dem Flächenschnitte am im Wasser liegenden Präparate gemessen ca. 8 mik. dick. Diese „Kleberzellen“ enthalten zwar keinen „Kleber“, wohl aber Aleuronkörner, eingebettet in ein Netzwerk von Ölplasma. Die Aleuronkörner sind rundlich oder mannigfach verzogen und verbogen (Fig. 16a, *al*) und färben sich mit Jod nicht. Sie sind sehr klein (1 bis 3 mik). Sie sind deutlich, wenn man einen Schnitt durch trockenes Material in Alkohol oder Osmiumsäurelösung betrachtet, aber auch beim Einlegen in Wasser oder Jodlösung bleiben sie zunächst in ihrer Form erhalten. Schwefelsäure und Kali lösen sie auf, und es bleibt alsdann ein feines Netzwerk übrig (Fig. 16, *c*), das sich mit Jod gelb und mit Osmiumsäure braun färbt. Legt man den Schnitt statt in Wasser in Olivenöl (Fig. 16b), so sieht man nur dieses Netzwerk und die Aleuronkörner erscheinen als Hohlräume. In dem Netzwerke erblickt man alsdann rundliche oder verzogene Knoten, namentlich an den Maschenecken. Es scheinen dies Öltröpfchen zu sein. Läfst man auf den im Wasser liegenden Schnitt Schwefelsäure einwirken, so sieht man nach einiger Zeit aus dem Netzwerke sehr kleine Tröpfchen austreten, die nichts anderes als fettes Öl sind.

Die Membran der Aleuronzellen quillt stark in Wasser, Chlorzinkjod, Schwefelsäure und Kali und färbt sich mit Chlor-

zinkjod blau. In einem Stadium dieser Quellung sieht man die Membran zarte Kanälchen durchsetzen (Fig. 16a, ×), die darauf deuten, dafs die Zellen in offener Kommunikation miteinander stehen.

Das ganze übrige Endosperm ist zartwandig und mit Stärke erfüllt, die in Plasma eingebettet ist. Dies Plasma ist als „Kleber" anzusprechen, denn es besitzt die Eigenschaft, mit Wasser in feinen Fäden sich ausziehen zu lassen, ist zähe und duktil. Schiebt man das Präparat im Wasser hin und her, so kann man diese Kleberfäden sich leicht sichtbar machen. Sie verbinden alsdann oft die Stärkekörner als zarte helle fädige Gebilde.

Die Stärkekörner (Fig. 19) sind in zwei Formen vorhanden, als Grofskörner und als Kleinkörner, Mittelformen fehlen fast ganz. Die Grofskörner sind 15—45, meist 28 bis 33 mik breit und von dick-linsenförmiger Gestalt. Von der Fläche gesehen erscheinen sie fast rund, mit etwas unregelmäfsigem Umrifs (Form eines Kartoffelknollen), der Regel nach ohne deutliche Schichtung und deutlichen Kern oder Spalt; von der Seite gesehen sind sie länglich-elliptisch, fast spindelförmig oder halbkugelig, mit dunkler, oft breiter Längsspalte (vergl. auch Fig. 59 der Angewandten Anatomie). Die Oberfläche zeigt bisweilen die Abdrücke der benachbarten Kleinkörner (Angew. Anatomie, Fig. 57). Die Kleinkörner messen 2—8, meist 6—7 mik, sind rundlich oder polyedrisch oder in ein Spitzchen auslaufend und dann meist spindelförmig. Die Teilkörner der zu 2—20 zusammengesetzten Körner sind polyedrisch oder halbkugelig, nicht tiaraförmig. Die zusammengesetzten Körner findet man selten unzertrümmert. Als Nebenform finden sich wenige, zwischen beiden, sonst ziemlich scharf geschiedenen, Formen liegende, rundliche Körner mittlerer Gröfse.

Der Keimling liegt der Basis der Rückenseite seitlich an, wie bei Hordeum (vergl. dieses). Das Scutellum (Schildchen, Fig. 10 u. 11, *scut*) hebt sich schon äufserlich deutlich ab (Fig. 10). Es ist wenig breiter als der Embryo, an dem der Kotyledon, (die Keimscheide oder Coleoptile, *cot*, Fig. 11), der von den jungen Blattanlagen umgebene Vegetationspunkt (*vgt*) und die Radicula (*rad*) deutlich hervortreten. Durchschneidet man die Frucht am oberen Teile des Scutellums (bei 13, Fig. 10), so sieht man die Knospenlage der Blätter und kann konstatieren, dafs der Kotyledon die Knospe rings tutenförmig umhüllt (Fig. 13); durchschneidet man sie ganz unten am Scutellum, so sieht man die Radicula in schiefem Längsschnitte (Fig. 12), etwas höher auch die beiden seitlichen Nebenwürzelchen, von denen das eine links, das andere rechts neben der Radicula liegt. Sie sind also bei einem medianen Schnitte (Fig. 11) nicht sichtbar. Bei medianen Längsschnitten ist sowohl die Wurzelhaube der Radicula (*cal*, Fig. 11), wie die Coleorhiza (*col*, Fig. 11) deutlich zu sehen. Letztere setzt sich unvermittelt in das Scutellargewebe fort.

Das Scutellum grenzt mit seiner Palissadenschicht, dem Saugepithel (*p*, Fig. 17), an die Quellschicht des Endosperms (*Qu*, Fig. 17). Sowohl die Zellen des Scutellums wie des Keimlings im engeren Sinne sind reich an Plasma und fettem Öle, aber stärkefrei. Erst bei der Keimung treten in den Zellen, zunächst in denen des Scutellums, kleine Körnchen transitorischer Stärke auf. Jede Zelle enthält einen sehr deutlichen Kern (Fig. 17).

Der Bau der Frucht, der Samenschale und des Samenkernes der Früchte von Triticum polonicum, turgidum und durum stimmt in allen wesentlichen Punkten mit dem von Tr. vulgare überein.

Die Früchte der Abteilung Spelta (Tr. Spelta, dicoecum und monococcum), die bei der Reife nicht aus den sie fest umschliefsenden Paleis fallen, weichen jedoch in ihrem Baue insofern von Tr. vulgare ab, als sowohl die Epidermis der Fruchtschale (Fig. 23, 1), als namentlich die Mittelschicht (Fig. 23, 2) sehr viel dünnwandiger, letztere sogar in nichts von Schicht 3 unterschieden, also als Parenchym entwickelt ist, die Samenschale (Fig. 23, 8) dicker bleibt — bisweilen kaum obliteriert (alsdann sind zwei Reihen brauner Zellen sichtbar) — und der Nucellarrest (Fig. 23, 9) — die Epidermis des Eikernes — aus stark tangential gestreckten Zellen besteht. Die Schleimmembran dieser letzteren Zellen zeigt deutliche Schichtung. Die Grofskörner der Stärke sind bei den Spelten etwas kleiner (20—25 mik), im Baue gleich.

Die Mahlprodukte des Weizens.

Der Weizen wird stets ohne die Spelzen, aus denen die Frucht leicht herausfällt, vermahlen. Die gröberen Mahlprodukte sind: die Graupen, die Grütze, das Schrot, die feineren der Gries, das Griesmehl, der Dunst und der Himmeltau, die Endprodukte: das Mehl und die Kleie. Letztere ist als das Abfallprodukt des Mahlprozesses zu betrachten. Das Mehl besteht vorwiegend aus der Stärke des Endosperms und enthält nur bei den gröberen Sorten erheblichere Mengen Kleie, doch findet man selbst in den feinsten Sorten bis $1/3$ Proz. Kleie. Die als Viehfutter benutzte Weizenkleie besteht aus der Frucht- und Samenschale mit anhängender Aleuronschicht („Kleberschicht"), sowie mehr oder weniger Stärkeendosperm, ist also sehr cellulosereich und relativ stärkearm, dabei ziemlich reich an Eiweifssubstanzen. Ein Mehl ist um so eiweifsreicher, je mehr von der Aleuronschicht und dem Kleber selbst darin ist. Die am meisten gereinigten feinen, weifsen Mehle sind am eiweifsärmsten, das zum Graham- oder Kleienbrote verwendete, durch Vermahlen der ganzen Körner gewonnene Mehl am eiweifsreichsten.

Das Weizenmehl wird im gröfsten Stile dargestellt. Mikroskopisch findet man in ihm um so gröfsere Mengen von Frucht- und Samenschalresten, je gröber das Mehl ist, die feinsten Mehle bestehen fast nur aus Stärkekörnern (Fig. 19), doch trifft man selbst in den besten noch Reste der für die Diagnose so wichtigen Haare des Bartes (Fig. 18). Um diese Haare, sowie die Frucht- und Samenschalreste auch dann noch aufzufinden, wenn sie in geringer Menge vorhanden sind, empfiehlt sich das Verkleistern der Stärke durch Erhitzen, durch Kali oder Chloral. Die Fruchtschale ist ganz besonders durch die Querzellenschicht (Fig. 16, 5) charakterisiert. Keine der anderen Cerealien besitzt eine ebenso gebaute Querzellenschicht: bei Hordeum (s. d.) ist sie zweischichtig und die Zellen sind dünnwandig, bei Avena (s. d.) sind die Querzellen dünnwandig und bilden eine Schicht, bei Zea Mays (s. d.) sind die Querzellen eigentümlich gestreckt, buckelig-ästig, voneinander gelöst, bei Oryza (s. d.) sind sie polyedrisch, nur der Roggen (s. d.) hat ähnliche Querzellen, doch sind dieselben erstlich an den Längswänden dünnwandiger, an den Querwänden (×, Fig. 18, Taf. 43) dagegen ungewöhnlich verdickt — beim Weizen (×, Fig. 16, Taf. 42) dort dünn — und zeigen ferner an den Schmalseiten Intercellularen (×, Fig. 18, Taf. 43), die der Querzellenschicht des Weizens gänzlich fehlen. Auch die Haare des Schopfes oder Bartes bieten ein gutes Unterscheidungsmittel von Roggen- und Weizenmehl.

Das Weizenmehl bez. die Weizenstärke ist auch Bestandteil einiger Gemische, wie des Nestlé'schen Kindermehls, der Dictamia, dem Corne flour, der Semolina, Semoule d'igname, Neville's Patent flour of lentills, Bullock's Semula, des Baby food und anderer.

Weizenstärke wird gleichfalls fabrikmäfsig im grofsen dargestellt.

Tafel 42.

Erklärung der Abbildungen.

Triticum vulgare Vill.

Fig. 1. Ährchen des Weizens, von aufsen gehen und nach rechts und links auseinandergezogen, so dafs die zwei Glumae und die vier Blüten (1—4), die sonst ineinander geschoben sind, einzeln sichtbar werden.

„ 2. Grundrifs (Diagramm) dieses vierblütigen Ährchens. *gl* Glumae, *pi* Palea inferior, *ps* Palea superior, *lo* Lodiculae. Bezeichnungen mit Fig. 1 korrespondierend.

„ 3. Gluma von der Seite.

„ 4. Gluma quer durchschnitten, Lupenbild.

„ 5. Palea inferior mit der Granne (*gc*) von der Seite.

„ 6. Palea superior, halb von innen gesehen.

„ 7. Querschnitt durch die palea inferior und superior, Lupenbild.

„ 8. Lodicula.

„ 9. Reife Frucht, halb von innen, der Bauchseite, gesehen mit der Falte. *t* Bart, Schopf.

„ 10. Reife Frucht von aufsen, der Rückenseite, gesehen, bei *scut* der Keimling.

„ 11. Keimling, median-längs durchschnitten, Lupenbild. *cot* Kotyledon, *bl* Blattanlagen, *vgt* Vegetationspunkt der Plumula, *p* Saugepithel, *scut* Scutellum, *col* Coleorhiza, *rad* Radicula, *cal* Wurzelhaube.

„ 12—14. Querschnitte durch die Frucht bei den Stellen 12, 13 u. 14 in Fig. 10.

Fig. 15. Querschnitt durch die Fruchtschale, die Samenschale, den Nucellus und das anliegende Endosperm.

„ 16. Succedane Flächenschnitte durch die gleichen Schichten. Die Zahlen 1—10 bezeichnen in beiden Figuren (15 u. 16) die gleichen Gewebe.

„ 16a. Inhalt der Aleuronschicht (Ölschicht) in Alkohol oder Osmiumsäure mit der benachbarten Wand der Zellen.

„ 16b. Das gleiche in fettem Öle liegend.

„ 16c. Das gleiche nach Behandlung mit Schwefelsäure.

„ 17. Grenze des Scutellums, dort wo die Palissadenschicht, das Saugepithel (*p*) an der Quellschicht (*Qu*) des Endosperms angrenzt. *cot* Kotyledonargewebe. Längsschnitt.

„ 18. Haare des Bartes.

„ 19. Stärke des Endosperms.

„ 20. Epidermis der Aufsenseite der Palea superior, Flächenansicht.

„ 21. Haare der Epidermis der Innenseite der Palea superior.

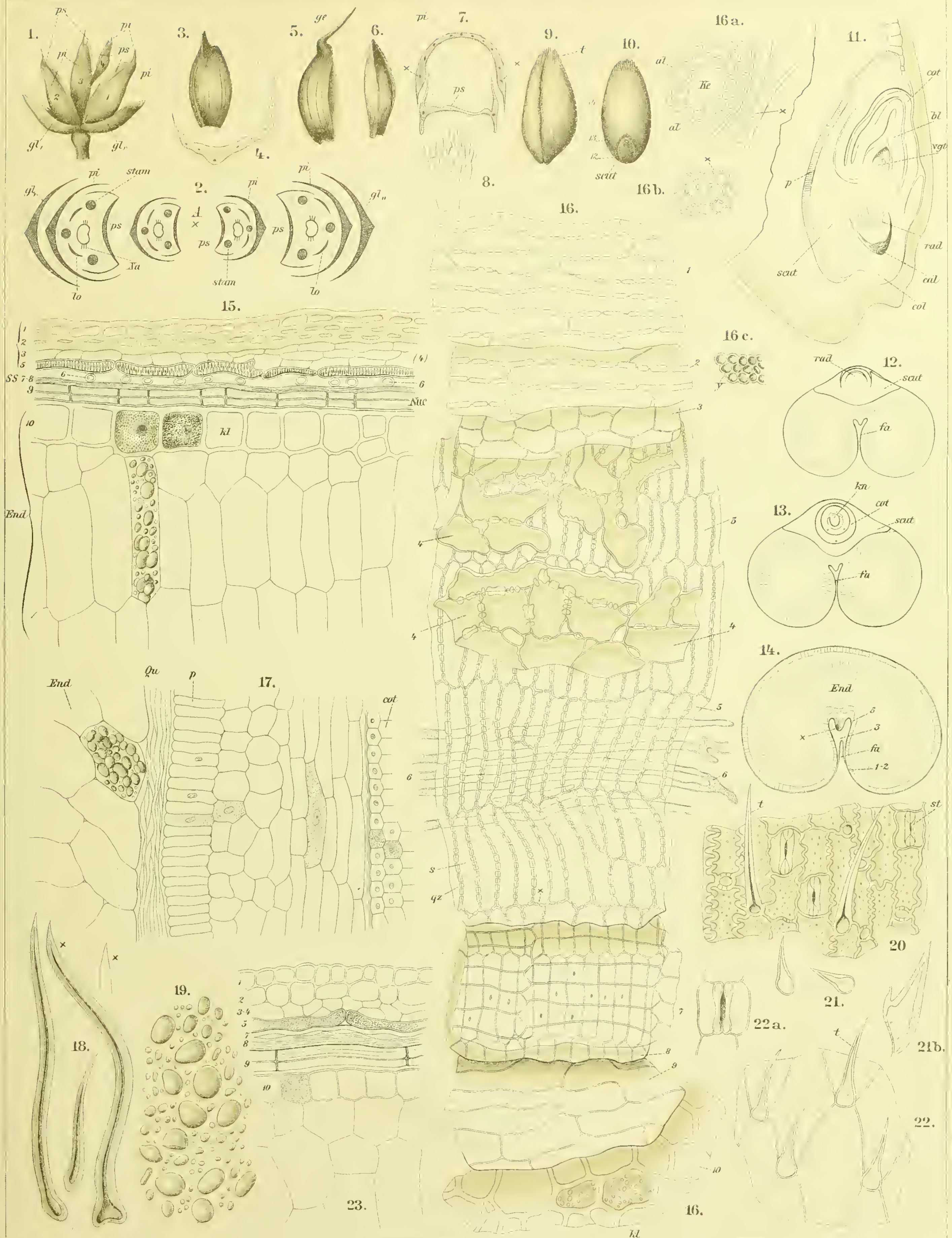
„ 21b. Randhaar der Palea superior.

„ 22. Epidermis der Innenseite der Palea inferior.

„ 22a. Spaltöffnung der Innenseite der Palea inferior.

Triticum Spelta L.

Fig. 23. Querschnitt durch die Randschicht der Frucht, durch Fruchtschale, Samenschale, Nucellus und Endosperm. (Die kleinen Zahlen korrespondieren mit denen der Fig. 15.)


1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.
12.
13.
14.
15.
16.
16 a.
16 b.
16 c.
17.
18.
19.
20
21.
21b.
22.
22 a.
23.
End
kl
Nuc
scut
rad
cot
fa
col
cal
bl
stam
lo
ps
pi
gl
Qu

Mais.

Türkischer Weizen, Welschkorn, Florentiner Korn, Mais ou Blé de Turquil, Maize, Corn, Indian Corn, Kukuruz.

Der Mais, Zea Mais L., ist bekanntlich diklin-monoecisch. Die hier uns allein interessierenden weiblichen Blüten bilden meist einblütige Ährchen (eine zweite Blüte abortiert), die in regelmäfsiger längszeiliger Anordnung an der fleischigen, später trockenen Spindel sitzen, einen (ährenartigen) Kolben bildend, der von einer grofsen Spatha umschlossen ist. Die Frucht ist eine Caryopse.

Man unterscheidet vier Rassengruppen: Zea Mais tunicata Larr., den Spelzenmais, dessen Früchte von sehr grofsen Spelzen umschlossen sind, Zea Mais americana Mill., den amerikanischen Zahnkorn- oder Pferdezahn-Mais, dessen pferdezahnartige Früchte lang, vom Rücken her beiderseits flach komprimiert sind, Zea Mais rostrata Bonaf., den Hornmais, dessen eiförmige Früchte nach oben spitz auslaufen, und Zea Mais praecox (L.), den gemeinen, europäischen Mais, dessen Früchte etwa so lang als breit und dick, an der Spitze stumpf gerundet und mit einem bemerkbaren Spitzchen nicht versehen sind. Jede dieser Gruppen zerfällt wieder in mehr oder weniger zahlreiche Kulturvarietäten.

Der Beschreibung sei der europäische Mais zu Grunde gelegt, der in verschiedenen Formen, als Zwergmais, gemeiner, breitkolbiger, spitzkolbiger und ästiger Mais in Kultur ist, die sich vorwiegend durch die Form des Kolbens unterscheiden.

Die Frucht dieses Mais ist hart, rundlich, schwach plattgedrückt, nach oben verbreitert (Fig. 1 u. 2), aufsen meist gelb, porzellanartig glänzend, im Querschnitt (Fig. 2 a) abgerundet rechteckig. An der Basis trägt sie einen trockenen, lederigen, keilförmig zugespitzten Fruchtnabel (×, Fig. 1). Die Frucht entsteht aus der einzigen zur Reife kommenden Blüte des Ährchens, das von zwei derben, kahnartigen, ovalen Glumis behüllt ist. Innerhalb derselben liegt eine weitere Gluma und die aufserordentlich zarthäutigen Paleae. Diese Blattorgane (Fig. 3 a) umschliefsen anfangs die Blüte. Zur Reifezeit bilden sie einen basalen Becher, aus dem sich die Früchte leicht herauslösen. Diese Becher sitzen der dicken, zur Reifezeit markigen Fruchtstandachse fest auf. Jeder Kolben trägt zahlreiche Früchte. Da den Früchten bisweilen Reste des eben erwähnten Bechers ansitzen, sei derselbe kurz analysiert.

Zu äufserst und unterst sitzt eine sehr derbe ovale Gluma (gl_1, Fig. 3 a), die breit kahnartig gestaltet und mit einem breiten hyalinen Saum versehen ist und besonders an ihrem oberen Rande zahlreiche, einzellige, dünnwandige Haare trägt. Ein Querschnitt durch dieselbe zeigt, dass sie in ihrem mittleren derben Teile ziemlich dick ist. Unter der äufseren (unteren) Epidermis liegen 4—8 Reihen von mechanischen Zellen, die zu äufserst am dickwandigsten sind, weiter nach innen aber immer dünnwandiger werden und die Nervenbündel auf der äufseren Seite bescheiden. Der ganze übrige Teil des Blattes, sowohl das nun folgende mehrreihige Parenchym, wie die innere (obere) Epidermis sind offenbar infolge des starken Druckes, den die heranwachsende Frucht auf die umhüllenden Blätter ausübt, zu einem breiten hellen Bande obliteriert, in dem die Lumina nur durch zarte Linien angedeutet sind. An den Rändern ist das Blatt sehr dünn und besteht hier nur aus der äufseren Epidermis und wenigen Reihen obliterierten Parenchyms, sowie der gleichfalls obliterierten inneren Epidermis.

Auf diese erste Gluma folgt, etwas höher inseriert, eine zweite gröfsere und dünnere, die gleichfalls mit einem breiten hyalinen Saume versehen ist und besonders am oberen Rande einen Haarkranz trägt (gl_2, Fig. 3 a). Sie gleicht im allgemeinen im Bau der ersten Gluma, doch liegen unter der äufseren Epidermis meist nur zwei Reihen mechanischer Zellen, und auch die obliterierte Parenchymzone ist sehr schmal. Der hyaline Rand besteht aus der äufseren Epidermis und einer sehr schmalen obliterierten Partie, die nur aus der inneren Epidermis zu bestehen scheint, bisweilen fehlt selbst diese. Die zahlreichen untereinander anastomosierenden Gefäfsbündel treten bei dieser Gluma kräftig aus dem Blattgewebe heraus und sind daher hier besser als bei der anderen Gluma zu sehen. Die Epidermis der Aufsenseite besteht aus wellig verbogenen, ziemlich dünnwandigen Langzellen, die mit Kurzzellpaaren und Haarzellen abwechseln, die Epidermis der Innenseite aus grofsen dünnwandigen Parenchymzellen. Diese beiden Glumae pflegen der Frucht nicht anzusitzen. Dagegen folgt nun nach innen zu eine Reihe aufserordentlich dünner Blättchen, von denen hie und

da eines den Früchten des Handels an der Basis noch ansitzt. Das erste dieser zarten Blättchen ist als dritte Gluma aufzufassen (gl_3, Fig. 3a), das folgende als Deckspelze, Palea inferior (*pi*, Fig. 3a), die beiden folgenden als Vorspelzen, Paleae superiores (*ps*, u. *ps*„, Fig. 3a). Sie alle sind sehr zart und bestehen fast nur aus der derbwandigen, wohl erhaltenen, geradwandigen, äufseren Epidermis und der obliterierten inneren, die auf dem Flächenschnitt als ein wirres Geflecht zarter Linien erscheint (*Epi*, Fig. 5a). Nur die dritte Gluma zeigt Nervatur und am oberen Rande sowie auf der Fläche Haare (*t*, Fig. 5a). Die Paleae pflegen weder Nerven noch Haare zu besitzen.

Beim Pferdezahn-Mais nehmen auch die äufseren Glumae diese zarte häutige Beschaffenheit an.

Die Frucht zeigt folgenden Bau:

Die Epidermiszellen sind am Fruchtzapfen (×, Fig. 1) von der Fläche gesehen polyedrisch und dünnwandig und zeigen knotige Verdickungen (Fig. 5, 1,); je weiter man gegen die Frucht selbst vorrückt um so mehr strecken sich die Zellen und um so mehr verdicken sie sich, so dafs sie bald die Form annehmen, die in Fig. 5, 1 dargestellt ist. Die Seitenwände sind getüpfelt, die Aufsenwand stark verdickt (Fig. 4, 1). Unter der Epidermis folgt die Mittelschicht (Fig. 4, 2). Dieselbe ist knorpelig, vielreihig (oft 8—15 Schichten), überhaupt stets mächtig entwickelt. Sie bildet die Hauptmasse der Fruchtschale. Am Querschnitt sind die Lumina der äufseren Reihen noch gut zu erkennen, nach innen zu werden sie undeutlich; die Zellen der äufseren Reihen (Fig. 5, 2) gleichen, von der Fläche betrachtet, fast ganz den Epidermiszellen, die der inneren sind sowohl auf Quer- wie auf Längsschnitten undeutlich (Fig. 4 u. 5, 2_a), da sie aufserordentlich stark verdickt und verschleimt sind. Das Lumen erscheint spaltenförmig (Fig. 5, 2_a). Alle sind stark gestreckt. Die Wandungen aller Schichten quellen stark in Kali und zeigen Schichtung. Ganz unvermittelt setzt sich an diese breite Mittelschicht die Querzellenschicht an (Fig. 4 u. 5, 3). Die Zellen derselben sind auf Querschnitten kaum zu sehen. Wo sie nach Anwendung von Quellungsmitteln erkennbar werden, erscheinen sie dünnwandig und tangential-gestreckt (Fig. 4, 3). Sehr deutlich sind sie auf Flächenschnitten (Fig. 5, 3). Hier erscheinen sie als eine Schicht eigentümlich knorriger, gestreckter, oft durch Ausstülpungen miteinander verbundener oder durcheinander geschlungener Zellen, die mit den an dieser Stelle bei den übrigen Cerealien liegenden Querzellen nur das gemeinsam haben, dafs sie im allgemeinen die Richtung der Zellen der Mittelschicht rechtwinklig schneiden. Ihnen und Schicht 2 entspricht in dem Fruchtstielzapfen ein aufserordentlich lückiges Gewebe von Sternparenchym (Fig. 5b), das, unter der Epidermis beginnend, fast das ganze Innere desselben erfüllt.

Die innere Epidermis der Fruchtwand besteht auch hier wie bei den übrigen Cerealien aus stark gestreckten isolierten Schlauchzellen, die, 5,5—9,5 mik breit, wieder in der Richtung der Mittelschichtzellen streichen (Fig. 5, 4). Sie sind im Querschnitt deutlich (Fig. 4, 4) und erscheinen hier als eine Reihe zarter Ringe.

Die Samenschale habe ich weder im Quer- noch im Längsschnitte deutlich sehen können. Erst wenn man Kali zum Querschnitt zufliefsen läfst und die Fruchtschale absprengt, sieht man eine sehr zarte Haut, die aus zwei Reihen inhaltführender, aber zusammengefallener Zellen zu bestehen scheint. Aber auch nach Kalibehandlung gelingt es durchaus nicht immer, sie sichtbar zu machen. Sie scheint oft ganz zu Grunde zu gehen.

Der bei den anderen Cerealien so deutliche Nucellusrest (Epidermis des Eikernes) ist entweder gar nicht zu sehen oder nur als ein den Aleuronzellen aufliegender hyaliner Saum erkennbar (×, Fig. 4).

Die äufserste Schicht des Endosperms ist die Aleuron-(Öl-)Schicht (*kl*, Fig. 4 u. 5, 5). Dieselbe ist meist einschichtig. Die Zellen sind fast quadratisch oder wenig radial gestreckt, im Flächenschnitt isodiametrisch. Ihre Cellulosewand quillt stark in Kali und zeigt dann deutliche Schichtung. Ihr Inhalt — Aleuron, Plasma, Öl — gleicht dem der anderen Cerealien (s. Triticum).

Das sehr dünnwandige, aus radial gestreckten Zellen bestehende Stärke-Endosperm ist in den peripherischen Schichten hornartig und durchsichtig: Hornendosperm (*HEnd*, Fig. 2a, 2b, 2c, 3, 11), hier erfüllen die Stärkekörner die Zelle dicht, sich gegenseitig aneinander abplattend. In den mittleren Partien, die im oberen Theile des Samens ein Spalt durchzieht (Fig. 2a), ist das Endosperm mehlartig und weiss: Mehlendosperm (*MEnd*, Fig. 2a, 2b, 2c, 3, 11). Hier liegen die runden Körner locker in den auch Luft führenden Zellen (Fig. 8). Luft führende Gewebe erscheinen weifs. Läfst man zum Hornendosperm Kali fliefsen, so lösen sich die Stärkekörner und es bleibt ein zartes Netz von körnigen Plasmafäden übrig (Fig. 10).

Die Stärkekörner sind etwas verschieden, je nachdem sie dem Horn- oder Mehlendosperm angehören. Die Hornendosperm-Stärkekörner (Fig. 6) sind im Typus mehr oder weniger scharfkantig, nahezu isodiametrisch, polyedrisch, meist mit einem centralen Spalt versehen, stets ungeschichtet, im Mehl oft zu mehreren noch zusammenhängend, alle von ziemlich derselben Gröfse, meist 10—18 mik., selten 20—25 oder gar bis 30 mik. Die Mehlendosperm-Stärkekörner (Fig. 7) sind im Typus rundlich, ungeschichtet, stets — auch im Mehl — völlig isoliert, bisweilen ohne Spalt, in der Gröfse variabel, meist 9—15 mik, nie 20 mik. und mehr. Als Nebenform finden sich wenige kleinere rundliche, 5—8 mik. grofse Körner.

Der Keimling ist im Verhältnis zur Gesamtmasse des Samens sehr grofs. Er reicht beim Mais auch ziemlich weit hinauf bis auf drei Viertel der Länge des Samens (Fig. 2, 3, 11). Er liegt an der gegen die Achse gekehrten Seite, im reifen Fruchtstand, wo die Früchte horizontal abstehen an der der Spitze des Fruchtstandes zugekehrten Seite.

Das mächtige, sich bei der Keimung noch vergröfsernde Scutellum (*scut*, Fig. 2, 3 u. 11) grenzt ausschliefslich an Mehlendosperm, ist von einem, Seitenzweige entsendenden Prokambiumstrange durchzogen und besitzt ein sehr schönes

Palissadenepithel. Coleorhiza, Coleoptile (Cotyledon), Plumula und Radicula (mit Calyptra) sind vortrefflich ausgebildet, und eignet sich daher der Mais ganz besonders dazu, den Bau des Gramineensamens im Practicum zu demonstrieren. Das ganze Keimlingsgewebe, das dem der übrigen Gramineen (siehe Triticum und Hordeum) gleicht, ist reich an Eiweifs und Öl. Das Öl desselben (das Maisöl, zu 22 Proz. in den Keimlingen enthalten) ist Nebenprodukt der Maisstärkefabrikation.

Bei der hier wie bei den übrigen Cerealien hypogae erfolgenden Keimung durchbohrt zuerst die Radicula die Coleorhiza (Fig. 11), dann die Plumula die Coleoptile, den Cotyledon (Fig. 13). Das Scutellum fungiert als Saugorgan und bleibt im Samen stecken (Fig. 13). Bei der Keimung werden die Stärkekörner aufgelöst und zeigen eigentümliche Korrosionserscheinungen (Fig. 12).

Die Mahlprodukte des Mais.

Das Maismehl wird besonders in Nordamerika fabrikmäfsig dargestellt und mit oder ohne Zusatz verbacken (Steamed Cornbread). Auch ein Gries wird aus Mais hergestellt (Polenta). Aber auch die Maisstärke selbst ist Gegenstand des Grofsbetriebes und kommt als Maizena, Mondamin, Corn flour, Palamoud, Potage des sultanes und anderen Namen in den Handel.

Im Mehl findet man die Reste der Fruchtschale, die besonders an der Epidermis und der Mittelschicht erkennbar ist (Fig. 5, 1 u. 2). Die Querzellen und Schläuche sind auch aufzufinden, freilich nicht immer deutlich, sehr gut die Aleuronschicht (Kleberschicht). Die Hauptmasse des Mehles besteht aus den mehr oder weniger zertrümmerten Hornendospermzellen, isolierten Mehlendosperm-Stärkekörnern und dem zertrümmerten zartwandigen Gewebe des eiweifsreichen Keimlings.

Secale.

Roggen, Korn, Seigle, Seigle de ceres, Mannred Rye.

Vom Roggen, Secale cereale L., sind verhältnismäfsig wenig Varietäten in Kultur, der mehrblütige, der ästige, der Winter- und Sommerroggen.

Bezüglich des allgemeinen Baues der Ährchen sei auf Triticum und Hordeum verwiesen, da alle drei zu den Hordeae gehören und nahe verwandt sind.

Die Ährchen des Roggens sind zu einer dichten, nickenden Ähre ohne Gipfelblüte vereinigt. Die Ährchen selbst (Fig. 14) sind zweiblütig (vergl. auch Taf. 46). Die mittlere, nur selten (bei Var. triflorum) ausgebildete Blüte ist zu einem langen, in der Mitte stehenden Spitzchen verkümmert. Die das Ährchen behüllenden zwei Glumae oder Hüllspelzen (*gl*, und *gl*,,, Fig. 14) sind kürzer als das Ährchen, beide gleich lang und gleichseitig, schmal pfriemenförmig, mit starkem Mittelnerven auf dem Rücken, der ganzen Länge nach gekielt und in eine kurze Spitze auslaufend. Die lanzettliche derbe Palea inferior oder Deckspelze (*pi*, Fig. 14) ist sehr ungleichseitig, gekielt, fünfnervig, am Kiele steifborstig und neben dem vom Kiele entfernten Rande gewimpert. Sie läuft in eine sehr lange, beiderseits mit steifen, nach oben gerichteten Borsten kammartig bewehrte Granne (*ge*, Fig. 14) aus. Die Palea superior oder Vorspelze (*ps*, Fig. 14) ist papierartig dünn, zweikielig, beiderseits nach innen geschlagen und kurz und steif bewimpert.

Die länglich schmale Frucht (Fig. 15, 16) ist mit den Spelzen nicht verwachsen, an der Spitze behaart (Schopf, Bart). Die schmale, tief eingreifende Furche an der Bauchseite erweitert sich innen zu einer rundlichen Rinne.

Der Beschreibung sei der Winterroggen, Secale cereale vulgare hybernum L., zu Grunde gelegt.

Die Gluma (siehe oben) ist sehr dünn, im Querschnitt kahnartig. Nur in der Umgebung der zarten Mittelnerven vielschichtig. Hier liegt unter der derben äufseren (unteren) Epidermis ein Bastzellstreifen. Dann folgt das Mittelnervenbündel und dann ein lückiges Parenchym. Die beiden Blattseiten sind gleich gebaut, rechts und links vom Mittelnerven wird das Blatt alsbald dünn. Unter der äufseren Epidermis liegt hier ein ein- bis zweischichtiger Bastzellstreifen. Dann folgt alsbald die innere Epidermis, die Blattränder sind einschichtig, aber aus derben Zellen gebildet. Die Bastzellen sind relativ dünnwandig. Dem Mittelnerven genähert verlaufen rechts und links von ihm noch zwei zarte, in Bastzellen eingebettete Bündel. An der Aufsenseite finden sich über dem Mittelnerven aufserordentlich stark verdickte, steil nach oben gerichtete, steife und dicke, ziemlich lange Haare. Eben solche, nur weniger dicke und kürzere Haare trägt der Rand und die Spitzenborste. Auch die Innenseite des Blattes trägt Haare, dieselben sind aber kurz. Die Epidermiszellen zeigen die charakteristische wellige Verbiegung der Seitenwände. Über dem Parenchymstreifen liegen Stomata.

Die Palea inferior ist gleichfalls dünn und im Querschnitt kahnartig. Unter der derben äufseren Epidermis liegt ein meist zweireihiger Bastzellstreifen, der gegen den Rand hin einreihig wird. Dann folgt eine ein- bis zweireihige Parenchymreihe, die am Rande ganz fehlt, und dann die innere Epidermis, die obliteriert ist. Nur auf drei Seiten des

infolgedessen kielartig hervortretenden Mittelnerven liegt ein relativ mächtiges, reich durchlüftetes Parenchym und beiderseits der vier Seitennerven ein weniger mächtiges Gewebe der gleichen Art. Über diesem Parenchym trägt die Epidermis Spaltöffnungen. Lange, derbe, dickwandige Haare finden sich am Mittelnerven auf der Aufsenseite, hier einen schon mit blofsem Auge sichtbaren Kamm bildend. Auch der Rand trägt dergleichen, ebenso wie die Granne. Auf der Innenseite finden sich kurze, dünnwandigere Härchen mit bauchiger Basis. Die Epidermis der Aufsenseite besteht aus Epidermiszellen mit derben welligen Seitenwänden, nur am Blattrande sind die Seitenwände gerade. Die Epidermis der Innenseite besteht aus mit Haarzellen alternierenden dünnwandigen, polyedrischen Zellen, meist ohne wellige Verbiegung der Seitenwände.

Die Palea superior ist noch dünner als Gluma und Palea inferior. Sie hat die typische Querschnittsform (siehe Triticum). Die beiden Nerven sind wenig hervortretend. Fast das ganze Blatt besteht aus drei Schichten, von denen die eine — die innere Epidermis — zudem völlig obliteriert ist; nämlich aus dieser, der derben äufseren Epidermis und einem medianen Bastzellstreifen. Nur an den Nerven liegt reichdurchlüftetes Parenchym und über diesem Stomata, sowie kurze dünnwandige Haare, die gegen die Blattspitze gröfser und derbwandig werden. Auch sonst finden sich kleine Härchen. Die innere Epidermis ist auf Flächenschnitten nicht deutlich, die äufsere besteht aus den typischen wellig verbogenen, mit Kurzzellen alternierenden Langzellen.

Die Frucht (Fig. 15 u. 16) ist schmal und schmächtig, am Grunde scharf zugespitzt, an der behaarten Spitze abgestutzt, also keilförmig, und besitzt an der Bauchseite eine schmale Furche. Der Querschnitt ist herzförmig, der Rücken schwach gekielt. Das Aeufsere der Handelsware ist runzlig (nie so glatt wie beim Weizen), seidenglänzend.

Die Fruchtschale wird nach aufsen hin von der Epidermis (Fig. 17 u. 18, 1) begrenzt, deren Zellen besonders aufsen ziemlich stark verdickt und in der Längsrichtung gestreckt sind. Die Seitenwände sind relativ dünn und getüpfelt. Dann folgt eine meist nur einreihige Mittelschicht (Fig. 17 u. 18, 2), die aus auch auf der Innenseite stark verdickten Zellen besteht, die in der Längsrichtung stark gestreckt sind und an den Seitenwänden reichliche Tüpfelung zeigen. Bisweilen sind die Zellen dieser Schicht obliteriert. Nun folgt meist eine durch Abreissen der Mittelschicht von der starkes Flächenwachstum zeigenden Querzellenschicht entstehende Lücke. Bisweilen liegen aber in derselben auch vereinzelte oder zu Gruppen vereinigte Zellen (Fig. 17, 2_a), die schlauchartig und in der Richtung der Mittelschichtzellen gestreckt, übrigens oft unregelmäfsig verbogen sind (Fig. 18, 2_a).

Dann folgt die Querzellenschicht (Fig. 17 u. 18, 3, *qz*). Die stark getüpfelten Zellen derselben sind auf der gegen das Endosperm hin liegenden Seite, der Innenseite, ziemlich viel stärker verdickt als an der Aufsenseite und oft merkwürdig verbogen (Fig. 17, 3). Die Zellen dieser Schicht zeigen offenbar ein sehr starkes Flächenwachstum, dem die äufseren und inneren Schichten nicht folgen können. Daher verkrümmen sich die Zellen, reifsen von der Mittelschicht ab, ja schieben sich bisweilen sogar mehr oder weniger übereinander (Fig. 17). Zum mindesten sind sie an den Enden emporgebogen. Sie bedingen das runzelige Aussehn der Oberfläche der Frucht. Von der Fläche betrachtet, geben sie das bekannte Bild der Querzellenschichten (Fig. 18, 3). Sie sind 25—110 mik lang und 15—26 mik breit, oft geteilt; die Dicke der Doppelwand beträgt meist 2—3,5 mik. An den Endwänden sind sie aber stets dicker 7,5—9,5 mik (×, Fig. 18 u. 18a). Dies und die Thatsache, dafs sie dort häufig Intercellularen besitzen, bildet ein wichtiges Unterscheidungsmittel zwischen den Früchten von Triticum und Secale (vergl. Taf. 42, Fig. 16). In der frischen Frucht führen sie reichlich Chromatophoren, die oft zahlreiche kleine Stärkekörner enthalten (Fig. 18a), in der trockenreifen sind sie leer.

Die dann folgenden, der inneren Epidermis der Fruchtschale entsprechenden Schlauchzellen sind bei dem Roggen sehr selten. Auf Querschnitten findet man sie noch eher (Fig. 17, 4), auf Längsschnitten oft auf weiten Strecken nicht (Fig. 18, 4). Sie gehen frühzeitig zu Grunde.

In die sehr enge Bauchfalte tritt die gesamte Fruchtschale ein. Die Schicht 2 bezw. 2a wird hier mehrschichtig und dicht; am Pigmentstrange verläuft in derselben ein kleines Bündelchen.

An der Spitze der Frucht sitzt auch beim Roggen ein Haarschopf. Die Haare sind an der Spitze zugeschärft, dünnwandig, besitzen ein weites Lumen und sind sehr verschieden lang (Fig. 19). Man trifft solche von 60—500 mik Länge. Ihre Breite beträgt in der Mitte im Durchschnitt 9—22,5, meist ca. 13 mik, an der Basis bis 20 mik und mehr. Das Lumen hat eine lichte Weite von 3,75—7,5, selten bis 11,5 mik, die Wanddicke beträgt meistens 3,5 bis 4,5 mik.

Die aus dem inneren Integumente entstehende Samenschale („braune Haut") besteht aus zwei sehr dünnwandigen Schichten (Fig. 17, *Ss*, 5 u. 6). Jede ist einreihig und die Zellen sind gut erhalten, so dafs man sie sowohl auf Querschnitten (Fig. 17, 5 u. 6), als auch ganz besonders auf Flächenschnitten (Fig. 18, 5 u. 6) vortrefflich erkennen kann. Die äufsere Zellreihe (Fig. 17 u. 18, 5) ist in Membran und Inhalt gebräunt, die innere (Fig. 17 u. 18, 6) oft farblos oder ebenfalls braun. Die äufsere hat eine dicke Aufsenmembran. Der braune Inhalt ist ein vakuoliges Gebilde. Beide Schichten kreuzen sich in stumpfem Winkel (Fig. 18).

Dann folgt der Nucellarrest (das Perisperm, „helle Haut"), eine Reihe von Zellen, deren Aufsen- und Innenwand als Schleimmembran entwickelt, stark verdickt und deutlich geschichtet ist, deren Seitenwände dagegen relativ dünn bleiben (Fig. 17 u. 18, 7).

In der Bauchfalte der Frucht geht die Samenschale, der Fruchtschale folgend, zunächst nach innen, wendet sich dann beiderseits im Bogen nach aufsen und erweitert sich in der Mitte innerhalb des Fruchtschalbündels zum breiten Pigmentstreifen, der aus gebräunten, nicht stark verdickten Zellen

besteht. Innerhalb des Pigmentstreifens liegt das ziemlich mächtige strahlige Gewebe, aus radial gestreckten dickwandigen, plasmareichen Zellen bestehend (vergl. auch Hordeum). Dasselbe ist am Grunde der Falte von der Kleberschicht abgerissen, so dafs hier eine grofse Lücke entsteht, die schmale Falte sich also im Innern stark erweitert.

Die Aleuronschicht (Kleber- oder Ölschicht) (Fig. 17 u. 18, 8, *kl*) ist einreihig und führt den gleichen Inhalt wie bei Triticum und Hordeum (s. d.). Aleuronkörner 1—2 mik. Das dünnwandige, aus gestreckten Zellen aufgebaute Stärke-Endosperm (*End*, Fig. 17) ist mit Stärkekörnern erfüllt.

Die Stärkekörner (Fig. 20) sind denen des Weizens (s. d.) sehr ähnlich, doch meist etwas gröfser. Die Grofskörner messen 14—50, meist ca. 40 mik. Oftmals finden sich aber Körner, die das Mittelmafs überschreiten. Sie zeigen nicht gerade selten Schichtung und radiale Risse, und Körner mit sternförmiger Centralspalte sind relativ häufig. Doch wechselt dies sehr, bisweilen ist das Roggenmehl auch recht arm an solchen Körnern. Immer sind sie gute „Leiter", dafs Roggenstärke vorliegt. Zusammengesetzte Stärkekörner sind nicht gerade selten. Die Kleinkörner gleichen denen des Weizens.

Die Mahlprodukte des Roggens.

Das Roggenmehl ist stets etwas gelblich gefärbt. Selbst die feineren Sorten, die aber seltener wie beim Weizen dargestellt werden, zeigen einen Stich ins Gelbliche. Stets findet man im Roggenmehl die Reste der Fruchtschale, deren sehr charakteristische Querzellenschicht sofort auffällt und als Leiter dient. Das Gleiche gilt von den Stärkekörnern mit strahligem Centralspalt. Auch die Samenschale ist leicht aufzufinden. Zur Unterscheidung des Roggen- und Weizenmehles benutzt man die Haare des Bartes (s. d.). Nur diese geben ganz sichere Anhaltspunkte.

Tafel 43.

Erklärung der Abbildungen.

Zea Mais L.

Fig. 1. Frucht vom Rücken gesehen. × Fruchtnabel.

„ 2. Frucht von der Bauchseite gesehen, der grofse Keimling ist sichtbar.

„ 2a, 2b, 2c, rechts. Querschnitte durch die Frucht an den mit *a*, *b*, *c* bezeichneten Stellen der Fig. 2.

„ 3. Medianer Längsschnitt durch die Frucht in der Richtung × - - - ×, Fig. 2.

„ 3a. Einblütiges weibliches Ährchen. Glumae (*gl*) und Paleae (*pi* und *ps*) auseinandergebogen, um ihre Lage zu zeigen.

„ 4. Querschnitt durch Frucht- und Samenschale, sowie das angrenzende Endosperm.

„ 5. Die aufeinanderfolgenden Schichten der Fruchtschale, sowie die Aleuronschicht in Flächenansicht. Die Zahlen bezeichnen in Fig. 4 u. 5 die gleichen Gewebe.

„ 5a. Spitze der dritten Gluma (gl_3, Fig. 3a), Flächenansicht.

„ 5b. Sternparenchym aus dem Gewebe des Fruchtnabels.

„ 6. Stärkekörner aus dem Hornendosperm.

„ 7. Stärkekörner aus dem Mehlendosperm.

„ 8 Mehlendospermzelle.

Fig. 9. Hornendospermzelle.

„ 10. Dieselbe nach Behandeln mit Kali, das Plasmanetz zeigend.

„ 11. Längsschnitt durch ein gekeimtes Korn. Erstes Keimungsstadium.

„ 12. Korrodierte Stärke aus gekeimten Samen.

„ 13. Gekeimtes Korn. Zweites Keimungsstadium.

Secale cereale L.

Fig. 14. Ein Ährchen isoliert.

„ 15. Frucht herausgelöst, Rückenseite.

„ 16. Frucht, Bauchseite.

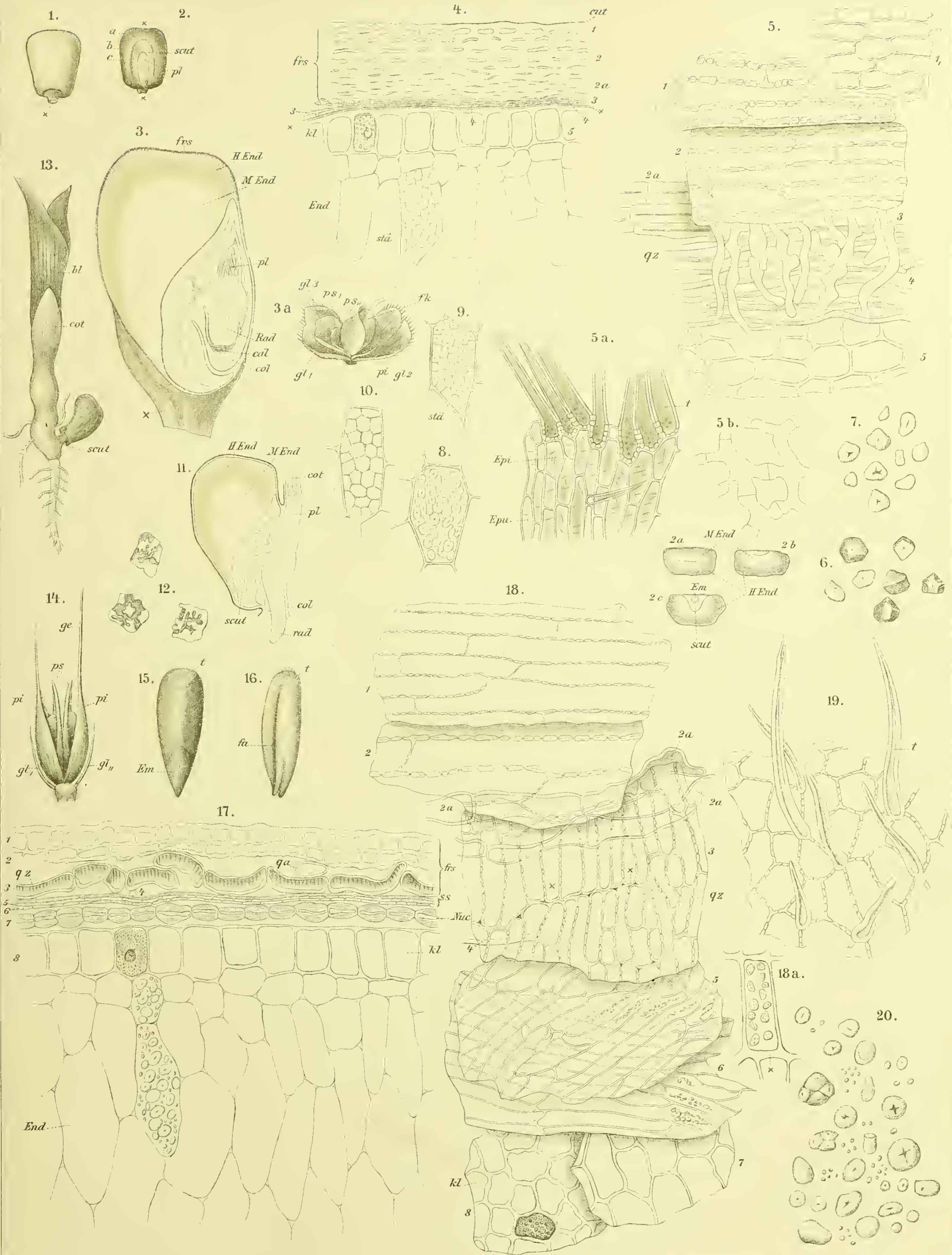
„ 17. Querschnitt durch die Randschicht der Frucht.

„ 18. Flächenansicht der aufeinanderfolgenden Schichten der Fruchtschale, Samenschale, des Perisperms und der Aleuronschicht. Die kleinen Zahlen bezeichnen in Fig. 17 u. 18 die gleichen Gewebe.

„ 18a. Querzelle mit Chromatophoren.

„ 19. Haare des Bartes.

„ 20. Stärkekörner.



Lith. Anst. v. C. Kirst. Leipzig

Avena.

Hafer, Avoine, Oat.

Die zahlreichen Formen des angebauten Hafer, Avena sativa L., bilden zwei grofse Gruppen. Bei den Setigerae ist die untere Spelze der untersten Frucht des Ährchens an der Basis jederseits borstig-büschelig oder vereinzelt behaart (Avenae sativae genuinae) und bald begrannt, bald unbegrannt, bei den Calvae fehlen am Grunde der untersten unteren Spelze Borsten oder Borstenbüschel (Avenae pseudosativae). Zu den unbegrannten Setigerae gehört der weifse Rispenhafer, der dreikörnige Hafer, der gelbe Rispenhafer und andere, zu den begrannten Setigerae der rotbraune Rispenhafer, zu den Calvae der schwarze begrannte Rispenhafer, der braune begrannte Rispenhafer und andere. Auch der nahe verwandte Fahnenhafer oder tartarische Hafer (Avoine tartare, Tatarian oat), Avena orientalis Schreb., sowie der chinesische Hafer, Avena chinensis Metzg., werden angebaut.

Die ziemlich grofsen, hängenden Ährchen des Rispenhafers sind langgestielt und zu allseitswendigen lockeren Rispen vereinigt. Die Ährchen sind 2- oder 3 blütig (Fig. 1). Alle Blüten hermaphrodit. Die zwischen den einzelnen Blüten etwas gestreckte Ährchenachse erscheint wenigstens an ihrer Basis, zwischen den untersten Blüten kurz behaart oder ist ganz kahl. Die Hüllspelzen (Glumae) sind grofs, länger als das Ährchen, weit, das Ährchen behüllend, papierartig dünn, mit weifs-trockenhäutigem Rande und 7—11 Nerven. Die Deckspelze (Palea inferior) ist an der Spitze zweispaltig, kahl, glänzend. Die Deckspelze der untersten Blüte des Ährchens ist zweispitzig, am Rücken mit einer geknieten, unterwärts bis zum Knie braunen, unten gedrehten, an der Spitze nicht verdickten Granne versehen (Fig. 9), die jedoch zahlreichen Kulturvarietäten fehlt. Die Vorspelze (Palea superior) ist dünnhäutig und zweikielig (*ps*, Fig. 5 u. 10). Die Lodiculae sind zweispaltig. Der Fruchtknoten, an der Spitze behaart, besitzt zwei sitzende, federförmige Narben.

Die Spelzen sind bald farblos, bald goldgelb, braun, rot, graublau oder schwarz gefärbt.

Die gestreckte-elliptische Frucht trägt nicht nur an der Spitze, sondern auch sonst lange Haare (Fig. 3 u. 4) und erscheint daher seidenhaarig-silberglänzend. An der Bauchseite zeigt sie eine schmale seichte Furche. Die Frucht ist bei der Handelsware dicht umschlossen von den beiden Paleis (Fig. 5), mit denen sie übrigens nicht verwächst und von denen sie sich daher leicht nach dem Einquellen in Wasser trennen läfst. Die gespelzte Frucht ist gestreckt-elliptisch mit starker terminaler Zuspitzung. Die Rückenseite ist stark gewölbt und glatt, die Bauchseite flach oder schwach gefurcht. Hier wird in der von den Rändern der derben Palea inferior frei gelassenen Furche die zarte, matte Palea superior sichtbar (Fig. 5). Der Keimling (*Em*, Fig. 3) ist klein.

Die Glumae sind zart und papierdünn. Die untere, tiefer inserierte Gluma ist neunnervig (Fig. 8), die obere etwas gröfsere, meist elfnervig. Unter der derben äufseren (unteren) Epidermis, deren Zellen eine stark verdickte Aufsenwand und nicht sehr dicke wellig-verbogene Seitenwände besitzen und die abwechselnd aus Langzellen und gepaarten Kurzzellen besteht, folgt eine Reihe von Parenchym und dann die meist gänzlich obliterierte innere (obere) Epidermis, die nur über den Nerven wohlerhalten ist. An den Rändern und an einigen Stellen der Mitte fehlt die Zwischen-Parenchymschicht ganz, in der Umgebung der scharf hervortretenden, aufsen einen schmalen Bastbeleg führenden, Nervenbündel ist sie vielzellig und wird zu einem reichdurchlüfteten Chlorophyll-Parenchym. Über demselben finden sich auch Spaltöffnungen (in Längsreihen angeordnet) auf der inneren Epidermis, die man auf Flächenschnitten nur in der Nähe der Nerven gut erkennen kann. Es sind dünne, stark gestreckte Zellen. Die Nerven anastomosieren horizontal. Haare fehlen.

Die sehr derbe und feste Palea inferior (*pi* in Fig. 1, 2, 5) ist ziemlich dick (Fig. 12, 1—4). Die Epidermis der Aufsen-(Unter-)Seite besteht aus Zellen, die aufsen und innen stark, an den Seiten weniger stark verdickt sind (Fig. 12,1). Die Seitenwände zeigen starke wellige Verbiegung (Fig. 13, 1). Langzellen wechseln mit Kurzzellen, die bald einfach, bald zweigeteilt (×, Fig. 13) erscheinen. Spaltöffnungen (*st*, Fig. 13) finden sich, in Längsstreifen angeordnet, neben den Nerven, über welchen die Kurzzellen zuweilen in kurze, kegelige, nach oben gerichtete Haare ausgestülpt sind. Gegen die Blattspitze

hin finden sich auch am Blattrande und auf den Internervalpartien diese kurzen Haare. Unter der Epidermis liegt ein mehr-(3—5-)reihiges mechanisches Gewebe (Fig. 12, 2. *B*). Dasselbe besteht aus im Querschnitte radial gestreckten (Unterschied gegenüber der Gerstenspelze), sehr stark, oft bis fast zum Verschwinden des Lumens verdickten, stark in die Länge gestreckten Bastzellen mit kegeligen Enden und linksschiefen Tüpfeln (Fig. 13, 2. *B*), dann folgt ein mehrreihiges, reichdurchlüftetes Sternparenchym (Fig. 12 u. 13, 3 *Par*), und zu innerst liegt die innere (obere) Epidermis der Palea (Fig. 12, 4 u. 14). Die Zellen derselben sind nur über den Nerven gut erhalten, im übrigen fast ganz obliteriert (Fig. 12, 4). Sie sind an der Aufsenwand etwas stärker als an den Seiten- und Innenwänden verdickt und längsgestreckt (Fig. 14). Neben den Nerven führt auch diese Epidermis Stomata der typischen Gramineenform (Taf. 42, Fig. 22a). Die (meist sieben) Nerven führen kollaterale Bündel. Der Siebteil liegt aufsen, der Gefäfsteil führt Spiralgefässe. Die (übrigens oft fehlende) Rückengranne besitzt zahlreiche kurze Haare (Taf. 42, Fig. 21b). Das mittelste Bündel der Palea tritt in die Granne ein.

Die Palea superior (*ps*, Fig. 2, 5, 10) ist sehr viel dünner, gleicht aber im Bau im allgemeinen der Palea inferior. Nur im mittleren Teile ist die Palea superior mäfsig dick. Hier liegt unter der derben, aus gestreckten, teils wellig verbogenen, teils fast gradwandigen Zellen bestehenden, kurze Kegelhaare tragenden Epidermis (Fig. 15) ein 1—2reihiger Bastzellstreifen, dessen Zellen im Querschnitt wiederum die für Avena typische Radialstreckung zeigen. Dann folgt ein schmales Sternparenchym und dann die obliterierte innere Epidermis. An den beiden Nerven ist das Blatt stark gekielt (Fig. 10). Hier sitzen der äufseren Epidermis lange derbe Haare auf (Fig. 10, *t*). Die beiden eingeschlagenen Ränder der Palea superior sind aufserordentlich dünn. Ihnen fehlen Bastzellen fast ganz.

Die Fruchtknotenwand (*fkw*, Fig. 7 u. 11) ist ziemlich dick. Sie besteht aus etwa zwölf Reihen bald mehr, bald weniger dünnwandiger Parenchymzellen, die aufsen ziemlich grofs und isodiametrisch sind, gegen innen hin kleiner und tangential gestreckt werden (Fig. 11, 6). Die äufsere Epidermis (Fig. 11, 5) trägt zahlreiche Haare (*t*), die innere (Fig. 11, *y*) ist schon jetzt fast ganz obliteriert bez. degeneriert, die an sie angrenzende, später zur Querzellenschicht werdende Zellreihe enthält reichliche Chromatophoren und besteht aus quadratischen Zellen (Fig. 11, 7). An der Bauchseite verläuft ein kleines Bündel (*gfb*, Fig. 7).

In der reifen Frucht ist fast das ganze Gewebe obliteriert, ja sogar zum Teil resorbiert, so dafs die Fruchtschale nur aus der Epidermis und wenigen Lagen meist degenerierter Zellen besteht. Bei der reifen Frucht unterscheidet man an der Fruchtschale zu äufserst die Epidermis, im Querschnitte isodiametrische (Fig. 12, 5, *Ep*), in der Flächenansicht stark gestreckte, feingetüpfelte Zellen (Fig. 16, 5, *Ep*). Zahlreiche Haare schieben sich zwischen diese Langzellen ein (Fig. 12 u. 16, *t*). Dieselben sind an der Basis etwas bauchig erweitert und sehr lang, bis mehrere Millimeter. Die kleinen sind etwa 100 mik lang. Ihre Breite beträgt in der Mitte bei der kleinen 7,5 mik, bei der mittleren 15—23, bei der gröfsten 30—34 mik; ihre Wand ist 2—15 mik, bei der grofsen meist 10—12 mik dick, das Lumen 2—4—9 mik weit, je nach der Breite des Haares. Die kleineren sind die relativ dünnwandigeren. Unter der Epidermis der Fruchtschale folgt ein obliteriertes Gewebe (Fig. 12, 6), welches auf dem Querschnitte wenigstens in seiner äufseren Partie noch relativ gut sichtbar ist und dort braune, spindelförmige Chromatophoren führt (*chro*, Fig. 12 u. 16), auf dem Flächenschnitte (Fig. 16, 6) aber nur als ein Gewirr zarter Fäden erscheint. Es ist die breite obliterierte und degenerierte Schicht 6 der Fruchtknotenwand. Dann folgt die Querzellenschicht. Dieselbe, auf Querschnitten kaum zu erkennen (Fig. 12, 7), tritt auf Flächenschnitten manchmal deutlicher hervor (Fig. 16, 7, *qz*). Die Zellen sind dünnwandig und liegen in ziemlich geraden Reihen.

Beim Hafer ist also die Fruchtwand stark resorbiert. Es erscheint dies nur deshalb ohne Beeinträchtigung möglich, da der mechanische Schutz, der sonst der Fruchtschale zukäme, ganz von den Paleis übernommen wird. Ganz etwas Ähnliches finden wir bei Hordeum (s. d.).

In die schmale Falte dringt die Fruchtschale ziemlich tief ein (Fig. 6). Hier verläuft auch das Fruchtschalbündel (*gfb*, Fig. 6). Zu beiden Seiten desselben ist die Fruchtschale zerrissen, so dafs hier zwei Längslücken liegen (*Lü*, Fig. 6).

Das Ovulum hat zwei Integumente, aber schon sehr frühzeitig wird das äufsere (*ia*, Fig. 11) völlig resorbiert, das innere (Fig. 7 u. 11, *ii*) besteht aus zwei sich rechtwinklig kreuzenden Zellreihen. Beim Heranreifen wird auch das zweite Integument für gewöhnlich so stark resorbiert, dafs man nichts mehr davon auffindet, auf Querschnitten wenigstens, auf Flächenschnitten sieht man hie und da einige Reste, in Form zarter gestreckter Zellen. Eine eigentliche Samenschale fehlt also. Auch die Randschicht des Nucellus (Fig. 7 u. 11, *Nuc*), die bei den übrigen Cerealien auch im Samen noch so deutlich erhalten ist, wird hier völlig resorbiert. Bei keiner anderen unserer Cerealien geht die Obliteration und Resorption von Fruchtwand, Samenschale und Nucellus so weit wie beim Hafer. In der Falte entsteht aus der mit *z* bezeichneten Partie in Fig. 7 der beim Hafer nur schwach gefärbte Pigmentstrang. Innerhalb desselben ist schon kurz nach der Befruchtung ein „strahliges Gewebe" sichtbar (×, Fig. 7). Dasselbe bleibt auch im reifen Samen erhalten (×, Fig. 6) und reifst beim Hafer nicht von der darunter liegenden Aleuronschicht ab.

Die Aleuronschicht (Kleber- oder Ölschicht) (Fig. 12 u. 16, 11, *kl*) ist beim Hafer einreihig. Nur gegenüber der Falte sendet sie einen mehrreihigen Zapfen in das Stärkeendosperm (bei *z*, Fig. 6). Ihr Inhalt ist der gleiche wie bei Hordeum und Triticum (s. d.).

Die Innenwand der Zellen der Aleuronschicht, sowie die Wände der äufsersten Zellreihen des Stärkeendosperms sind dickwandig und quellen schon in Wasser stark. Beim Kochen

lösen sie sich fast ganz. Sie dürften in erster Linie die „Haferschleim“ bildung bedingen. In diesen äufsersten Zellen des Stärkeendosperms (×, Fig. 12) finden sich auch reichlich Eiweifssubstanzen. Die Hauptmasse des Endosperms besteht aus radialgestreckten, mit Stärke erfüllten Zellen.

Die Stärke (Fig. 17) läfst zwei Formen erkennen: bis 50 mik grofse, meist ovale oder rundliche und unregelmäfsige, zusammengesetzte Körner, die aus 2—100 und mehr Teilkörnern bestehen, und „Füllstärke“, in welche diese zusammengesetzten Körner eingebettet sind. Die zusammengesetzten Stärkekörner zerfallen leicht, doch schwerer als beim Reis, in die Teilkörner und besitzen, wenn erhalten, rundliche Kontur. Die Teilkörner sind, je nach ihrer Lage im zusammengesetzten Korn, entweder ein- oder mehr- oder allseitig scharfkantig und, wenn vom Rande stammend, mit einer abgerundeten Kante versehen. Bisweilen hängen mehrere noch zusammen. Die Füllstärke besteht aus rundlichen oder runden, einfachen oder zu zweien zusammengesetzten Körnern. Daneben finden sich als „Leiter“ gröfsere und kleinere ei-citronen- oder spindelförmige Körner mit ein- oder beiderseitigem Nabel. Die Teilkörner der Konglomerate sind 5—7 mik grofs. Die rundlichen Füllstärkekörner erreichen eine Gröfse von 10 mik, die kleinen Spindeln sind 5, die grofsen 15 mik lang. Ein Kern fehlt allen, ebenso Schichtung.

Der Keimling des Hafers ist klein, typisch gebaut (s. Triticum), mit einem Würzelchen.

Die Mahlprodukte des Hafers.

Aufser dem Hafermehl, welches allein oder mit anderen Mehlen vermischt, teils als Nahrungsmittel, teils als Arzneimittel (Knorr's und Weibezahn's Hafermehl) Verwendung findet, werden die mehr oder weniger fein zerkleinerten Körner als Hafergries oder Hafergrütze in den Handel gebracht. Mahlabfallprodukte sind die Haferkleie, das Hafer-Rotmehl und Hafer-Weifsmehl. In letzteren prävalieren die Elemente der Spelzen, in dem Hafermehle die Stärke, deren charakteristische Formen eine Verwechslung höchstens mit dem Reis (und dem Taumellolch) zulassen. Im Hafermehle findet man stets zahlreiche Haare, die schon wegen ihrer ungewöhnlichen Länge sofort auffallen, neben sehr geringen Resten der Fruchtschalepidermis und der Aleuronschicht. Um sich diese geringen Reste besser sichtbar zu machen, erwärmt man das Präparat zur Verkleisterung der Stärke mit Chloral, oder (und das giebt noch bessere Resultate) man verkleistert eine gröfsere Menge des Mehls mit viel Wasser, hebt den obenauf schwimmenden Schaum mit einer breiten Schaufel und den auf den Boden gesunkenen Bodensatz mit einer Glasröhre heraus und untersucht diese in Chloral. In gutem Hafermehle sind Reste der Spelzen selten.

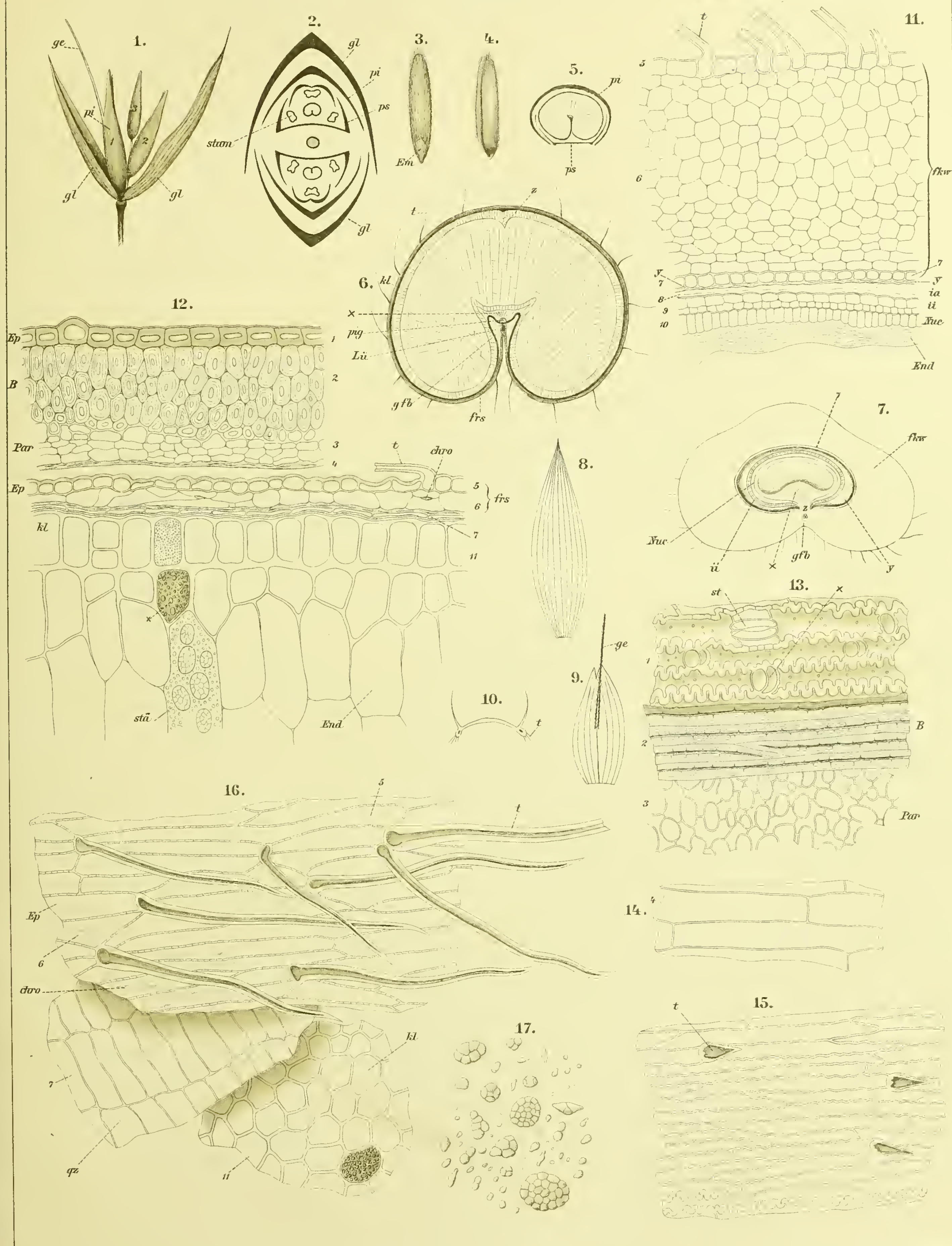
Tafel 44.

Erklärung der Abbildungen.

Avena sativa L.

Fig. 1. Dreiblütiges Ährchen des Hafers.
„ 2. Diagramm eines zweiblütigen Ährchens.
„ 3. Frucht, aus den Spelzen herausgelöst, vom Rücken.
„ 4. Frucht halb von der Bauchseite.
„ 5. Frucht der Handelsware, von den Spelzen behüllt, quer durchschnitten. Lupenbild.
„ 6. Querschnitt durch eine Frucht in mittlerer Höhe. Lupenbild. × Strahlengewebe des Knospenkernes.
„ 7. Querschnitt durch den Fruchtknoten. Zeigt die Anheftung des Ovulums (7 u. *y* wie in Fig. 11). 7 wird zur Querzellenschicht, *y* innere Epidermis der Fruchtschale, in Obliteration begriffen. Nach innen zu das degenerierte äufsere Integument.
„ 8. Gluma.

Fig. 9. Begrannte Palea inferior der untersten Blüte des Ährchens.
„ 10. Palea superior, quer durchschnitten. Lupenbild.
„ 11. Querschnitt durch die Fruchtknotenwand und die Randschicht des Ovulums.
„ 12. Querschnitt durch die die Frucht dicht umhüllende Palea inferior (1—4), die Fruchtschale (5—7) und die Randschicht des Samens.
„ 13. Flächenansichten der Schichten 1—3 (Fig. 12) der Palea inferior.
„ 14. Innere Epidermis der Palea inferior. (4, Fig. 12.)
„ 15. Äufsere Epidermis der Palea superior, Flächenansicht.
„ 16. Flächenansichten der Schichten 5, 6, 7 der Fruchtschale und der Aleuronschicht (11).
„ 17. Stärkekörner.



Lith. Anst. v. C. Kirst, Leipzig

Oryza.

Reis. Rice.

Der Reis, Oryza sativa L., wird in zahlreichen Kulturvarietäten, besonders in den Tropen, gebaut und kommt meist geschält in den Handel.

Die zu zusammengezogenen Rispen vereinigten Ährchen des Reis sind alternierend an den Zähnen der Spindel angeordnet, einblütig und von vier Glumis behüllt, von denen die zwei inneren gröfser sind als die zwei äufseren, tiefer inserierten (*gl* und gl_1, Fig. 1, 2, 6). Letztere fehlen bisweilen ganz oder sind rudimentär. Die inneren (oberen) sind als zwei kleine Schüppchen an der Basis des Ährchens sichtbar (Fig. 1 u. 2, *gl*). Die Blüte besitzt nicht wie die übrigen Cerealien drei, sondern sechs Stamina (Fig. 6). Im übrigen gleicht ihr Bau dem der anderen Cerealien, d. h. es sind eine Palea inferior, eine Palea superior, zwei Lodiculae und zwei federige Narben entwickelt.

Die 6—7 mm lange, 2—2,3 mm breite Frucht ist von der Seite stark zusammengedrückt (Fig. 3), zeigt zwei seitliche Furchen und wird von den miteinander verzahnten (Fig. 3 u. 8) Spelzen (Paleis) dicht und fest umschlossen, die Spelzen sind gross, knorpelig-lederig, 8—9 mm hoch, anliegend rauhhaarig. Die Palea inferior ist fünfrippig (Fig. 3) und trägt eine mehr oder weniger (bis 50 mm) lange Granne (*ge*, Fig. 1). Die Palea superior ist dreirippig. Der Keimling der Frucht ist klein (Fig. 4) und stark gekrümmt (Fig. 5). Er läfst sich, da er etwas vorsteht (Fig. 4), leicht von der Frucht ablösen und fehlt der geschälten, d. h. von den Spelzen befreiten Frucht des Handels meist.

Die Palea inferior oder Deckspelze zeigt einen sehr charakteristischen Bau. Zu äufserst liegt eine Epidermis, deren Zellen sowohl an den Aufsenwänden wie den Innen- und Seitenwänden stark verdickt sind (Fig. 7—11, 1). Durchschneidet man die Palea quer, so erhält man ein verschiedenes Bild, je nachdem der Schnitt die in zwei Richtungen gewellten Seitenwände auf eine gröfsere (Fig. 8 u. 9, 1, *Epa*) oder kleinere (Fig. 7, 1, *Epa*) Strecke getroffen hat. Im ersteren Falle sieht man diese Wände alsdann von der Fläche und die Lumina der Zellen, die im letzteren Falle normal erscheinen (×, Fig. 7), als gestreckte Ovale (×, Fig. 9). Es rührt dies daher, dafs die Seitenwände eine aufserordentlich starke Wellung bezw. Faltung zeigen (Fig. 11, 1, *Epa*), bei der die Wellenberge korrespondierender Wände nahezu aufeinander stofsen. Ist nun der Querschnitt an den Wellenbergen (z. B. bei ×, Fig. 11) geführt, so erhält man das in Fig. 9, 1 dargestellte Bild, ist er an den Wellenthälern geführt (bei *y*, Fig. 11), das in Fig. 7, 1 dargestellte. Im radialen Längsschnitt durch die Palea giebt die Epidermis das in Fig. 10, 1 wiedergegebene Bild. Die Aufsenwand der Epidermiszellen scheint auf den ersten Blick getüpfelt zu sein (Fig. 7, 8, 9). Sie ist es aber thatsächlich nicht — es hätte dies ja auch bei Epidermiszellen keinen Sinn —, der Eindruck der Tüpfelung wird vielmehr dadurch hervorgebracht, dafs die Aufsenwand wellig verbogen ist und die Biegungen sehr dicht nebeneinander liegen. Die Wand der Epidermiszellen ist verkieselt. Besonders von der Fläche gesehen, geben sie ein sehr charakteristisches Bild (Fig. 11).

An zahlreichen Stellen sind zwischen die typischen Epidermiszellen Haarzellen eingefügt (*t*, Fig. 7, 8, 10, 11), deren Wand gleichfalls verkieselt ist. Diese Haare sitzen ganz besonders über den fünf Nerven, woselbst sie kammartige Streifen bilden. Gegen die Blattspitze hin sind sie besonders zahlreich und besonders lang. Sie sind ziemlich lang, bis 500 mik, gegen die Spitze des Blattes gerichtet (*t*, Fig. 11) und mit relativ nicht sehr dicker Wand und weitem Lumen versehen. Ihre Breite beträgt oft bis 40 mik. Unter der Epidermis folgt dann ein 1—4 zelliger breiter Bastzellstreifen (Fig. 7 u. 11, 2 u. 3), dessen äufsere Zellen sehr stark verdickt (Fig. 11, 2), dessen innere (Fig. 11, 3 u. 11 a) nur schwach verdickt sind; alle haben ein relativ weites Lumen und sind verkieselt. Sie streichen in der Längsrichtung des Blattes, sind oft 20 mik breit und oft unter sich und mit der Epidermis verzahnt. Diese Verzahnung kann man sich am besten sichtbar machen, wenn man die Zellen durch Schultzesche Maceration isoliert.

Die auf die Bastzellschicht folgende Partie ist ein ein- oder mehrreihiges Parenchym (Fig. 7, 8, 10, 11, 4), das nicht selten obliteriert ist. Seine Zellen sind in Reihen angeordnet, die gleichsinnig mit den Bastfasern streichen, deren Querwände also (querzellenartig) die Faserschicht rechtwinklig schneiden. Die dünnwandigen Zellen dieser Schicht führen oft je einen kleinen Kristall (Fig. 11, 4). In dieser Schicht verlaufen die fünf Nervenbündel (*gfb*, Fig. 7 u. 8). Die innere Epidermis besteht bei den noch nicht völlig entwickelten

Ährchen aus dünnwandigen, sehr grofsen Zellen (*y*, Fig. 7), die in dieser Form nur selten erhalten bleiben (Fig. 12, 6), meist harmonikaartig zusammengedrückt werden, bei den reifen Ährchen daher für gewöhnlich völlig obliteriert sind (Fig. 7, 8, 10, 5) und, von der Fläche betrachtet, das in Fig. 11, 5 dargestellte Bild geben. Über den Nerven besitzen sie oft die in Fig. 12 dargestellte Form.

Die Palea inferior ist an ihren beiden Rändern infolge einer Umbiegung des Randes (bei ×, Fig. 8) mit der daselbst ausgebuchteten Palea superior fest verzahnt (Fig. 3 u. 8). Diese Palea superior oder Vorspelze besitzt in dem breiteren, mittleren Teile ganz den Bau der Palea inferior. Von der ausgerandeten Stelle an, wo auch ein Bündel verläuft (Fig. 8, *ps*, *gfb*), weicht aber der Bau ab und ist in den beiden häutigen Rändern ein etwas anderer, besonders die äufsere Epidermis (Epa_1, Fig. 8) zeigt nicht die eigentümliche Ausbildung, die oben beschrieben wurde. Der äufserste Rand der beiden eingebogenen häutigen Lappen ist sehr dünn, er besteht nur aus den beiden Epidermen.

Die Fruchtschale entwickelt sich aus dem 10—15 Zellreihen dicken Fruchtblatte in der Weise, dafs die mittleren Schichten obliterieren. Die Epidermis der Fruchtschale (Fig. 7 u. 13, 7) besteht aus ziemlich grofsen, dünnwandigen, an den Seitenwänden wellig verbogenen Zellen (Fig. 13, 7). Das dann folgende obliterierte Parenchym ist auf Flächenschnitten wenig deutlich. Die Querzellenschicht ist dagegen recht gut sichtbar (Fig. 7 u. 13, 8). Sie besteht aus dünnwandigen, nur zu undeutlichen Reihen verbundenen Zellen. Sehr deutlich ist auch die innere Epidermis der Fruchtschale, die zur Schlauchzellenschicht wird (Fig. 7 u. 13, 9). Die Schläuche sind dünnwandig, stark gestreckt und meist 7—8 mik. breit.

Auch beim Reis finden wir wieder das Gleiche, was wir auch bei Hordeum und Avena beobachtet, dafs nämlich die Fruchtschale aus dünnwandigen Elementen aufgebaut ist, da die Spelzen die Kosten der mechanischen Versteifung tragen.

Samenschale und Nucellarrest sind zu einem schmalen, hyalinen Streifen zusammengedrückt, in dem eine Struktur nicht zu erkennen ist (*z*, Fig. 7).

Die Aleuronschicht ist ein- oder zweireihig und namentlich dadurch ausgezeichnet, dafs ihre Zellen relativ dünnwandig sind.

Das strahlig gebaute, dünnwandige Stärke-Endosperm ist oft in ein Hornendosperm und ein Mehlendosperm differenziert. Ersteres prävaliert, so dafs die Körner eine vorwiegend glasig-hornige Beschaffenheit zeigen. In der Nähe des Scutellums ist das Endosperm stets mehlig.

Die Stärkekörner (Fig. 7 u. 14) sind fast ausnahmlos krystallartig scharfkantig-eckig (3-, 4-, 5- und 6eckig), häufig in der Aufsicht fünfeckig. Rundliche Körner sind selten. Sie sind ziemlich gleichartig in Gestalt und Gröfse, meist 4,5—6 mik lang, die gröfseren bis 8,5, nie über 10 mik, die kleinsten 3 mik. Die scharfkantige Form rührt daher, dafs die Zellen des Endosperms dicht mit den Stärkekörnern erfüllt sind.

In die Masse der Stärkekörner eingebettet finden sich, meist allseitig mit der Füllstärke verbunden, gröfsere zusammengesetzte Stärkekörner (*cg*, Fig. 7 u. 14). Dieselben treten aber lange nicht so deutlich hervor, wie die gleichen Bildungen beim Hafer, haben auch keine ganz glatte Umrissform, sondern sind mehr oder weniger eckig. Im Mehl sind sie meist in die Teilkörner zerfallen, doch hängen stets einige Teilkörner noch zusammen. Da das Mehlendosperm quantitativ stark zurücktritt, so sind rundliche Körner selten.

Die Mahlprodukte des Reis.

Der im Handel befindliche geschälte Reis besteht aus den von den Spelzen, der Fruchtschale und oft auch dem Keimling befreiten Früchten. Doch hängt nicht selten noch etwas von der Fruchtschale den Früchten aufsen an. Aus diesen Früchten wird in der gewöhnlichen Weise Reismehl und Reisstärke bereitet. Reismehl oder Reisstärke, die so gut wie ausschliefslich aus Stärke mit wenig Zellresten bestehen, sind auch in der Revalenta arabica (Revalescière du Barry), in Racahout des arabes, in der Kaiffa, dem Palamoud des Turcs, der Palmyrena und anderen Geheimmitteln enthalten. Die bei Schälen des Reis abfallenden Abfallprodukte: die Spelzen und die Fruchtschale, sind gleichfalls Handelsartikel. Die Spelzen werden als Packmaterial (ähnlich wie Häcksel) und Putzmaterial, die Fruchtschale („Silberhaut"), der oft noch Reste der Aleuronschicht anhaften, unter dem Namen Reisfuttermehl als Tierfutter benutzt.

Eine Beimengung gemahlener Spelzen verräth sich leicht. Die stets vortrefflich erhaltene Spelzenepidermis giebt einen guten Anhaltspunkt.

Tabelle.

Gewebe	Triticum (Taf. 42)	Secale (Taf. 43)	Hordeum (Taf. 41)	Mais (Taf. 43)	Avena (Taf. 44)	Oryza (Taf. 45)
1) **Fruchtschale:** Epidermis	Gestreckte getüpfelte Zellen, ziemlich dickwandig (Fig. 15 u. 16, 1).	Stark gestreckte, getüpfelte Zellen, dünnwandig (Fig. 17 u. 18, 1).	Breite, dünnwandige, gestreckte Zellen, im Querschnitt obliteriert. Kurze Haare (Fig. 26 u. 28, 5).	Gestreckte, stark verdickte, getüpfelte Zellen (Fig. 4 u. 5, 1).	Gestreckte, dünnwandige, getüpfelte Zellen (Fig. 12 u. 16, 5). Zahlreiche lange Haare.	Gestreckte, oft wellig verbogene, dünnwandige Zellen (Fig. 7 u. 13, 7).
Mittelschicht	Gestreckte getüpfelte Zellen, dickwandiger als die Epidermis, 1—2 Reihen (Fig. 15 u. 16, 2).	Stark gestreckte, getüpfelte Zellen, dickwandiger als die Epidermis, 1—2 Reihen (Fig. 17 u. 18, 2).	Ziemlich breite, gestreckte und getüpfelte Zellen, im Querschnitt obliteriert, zahlreiche Reihen (Fig. 26 u. 28, 6).	Gestreckte, stark verdickte und getüpfelte Zellen (Fig. 4 u. 5, 2). Die inneren Reihen bis fast zum Verschwinden des Lumens verdickt (Fig. 5, 2a). Zahlreiche Reihen.	Zum gröfsten Teil obliteriert und resorbiert (Fig. 12 u. 16, 6).	Dünnwandiges Parenchym, oft ganz obliteriert oder resorbiert.
Innenschicht (Zwischenschicht)	Nicht überall entwickelt, Zellen kurz, verbogen, schlauchartig, wulstig, getüpfelt (Fig. 15 u. 16, 4). Stets entwickelt ist eine Parenchymschicht (Fig. 15 u. 16, 3).	Nicht überall entwickelt. Zellen gestreckt, schlauchartig (Fig. 17 u. 18, 2a).	Nicht different entwickelt.	Nicht different entwickelt.	Nicht different entwickelt.	Nicht different entwickelt.
Querzellen (rechtwinklig die Mittelschicht schneidend)	Einschichtig, auf der Flächenansicht in Reihen, langgestreckt, dickwandig, reichgetüpfelt, sehr ins Auge fallend (Fig. 15 u. 16, 5). Lichte Weite 11—19, meist 15 mik. Länge 85—200, meist 120—150 mik. Dicke der Doppelwand meist 7—8 mik.	Einschichtig, auf der Flächenansicht in Reihen, gestreckt, dünnwandiger als bei Triticum. Reich getüpfelt, an den Enden dicker, dort Intercellularen (Fig. 17 u. 18, 3). Lichte Weite 11—26 mik. Länge 25—110 mik. Dicke der Doppelwand meist 2 bis 3,5 mik. Dicke an den Enden 7,5—9,5 mik.	Zweischichtig, auf der Flächenansicht in Reihen, dünnwandig, kaum getüpfelt, wenig ins Auge fallend (Fig. 26 u. 28, 7). Lichte Weite meist 15 mik. Länge bis 100—110 mik. Dicke der Doppelwand 1 bis 2 mik.	Einschichtig, nicht typisch, d. h. auf der Flächenansicht nicht in Reihen, sondern mehr oder weniger isoliert, verbogen schlauchartig (Fig. 4 u. 5, 3).	Einschichtig, dünnwandige Zellen, in Reihen angeordnet, wenig deutlich (Fig. 12 u. 16, 7).	Dünnwandig, gestreckt, kaum reihenförmig angeordnet, überhaupt nicht typisch (Fig. 7 u. 13, 8).
Schlauchzellen (innere Epidermis)	Langgestreckte Schläuche. Meist leicht aufzufinden. Wand dicker als bei Hordeum (Fig. 15 u. 16, 6).	Oft ganz fehlend. Jedenfalls stots undeutlich (Fig. 17 u. 18, 4).	Oft nicht ganz leicht aufzufinden, weil sehr isoliert. Wand dünn. Breite 10 bis 15 mik (Fig. 26 u. 28, 8).	Lange schmale Schläuche, leicht aufzufinden. Dünn. Breite 5,5—9,5 mik (Fig. 4 u. 5, 4).	Fehlen. (Resorbiert.)	Typisch und sehr deutlich. Lange 7—8 mik breite Schläuche (Fig. 7 u. 13, 9).
Haare des Bartes	Länge bis 700 mik. Durchmesser der grösseren in der Mitte 15—30, meist 15 bis 18,5 mik, der kleineren 9 bis 10 mik. Durchmesser an der Basis bis 35 mik. Wanddicke 3,5—9,5 mik. Lumen 1,5 bis 3,5 mik (Fig. 18).	Länge bis 500 mik. Durchmesser in der Mitte 9—22,5, meist ca. 13 mik. Durchmesser an der Basis 20 mik und mehr. Wanddicke 3,5 bis 4,5 mik. Lumen meist 3,75—7,5 mik, bis 11,5 mik (Fig. 19).	Länge meist um 150 mik bis 1500 mik. Durchmesser in der Mitte 10—25 mik. Durchmesser an der Basis bis 40 mik. Wanddicke 3 bis 5 mik (Fig. 24).	Haare fehlen.	Haare aufser an der Spitze auch auf der ganzen Fläche reichlich. Länge sehr verschieden, bis mehrere Millimeter. Durchmesser in der Mitte 7,5—34 mik (sehr verschieden). Wanddicke 2 bis 15 mik. Lumen 2—9 mik (Fig. 16, *t*).	Fehlen.
2) **Samenschale**	Zwei sich rechtwinklig kreuzende braune Schichten, undeutlich (Fig. 15 u. 16, 7 u. 8).	Zwei sich schiefwinklig kreuzende braune Schichten, sehr deutlich (Fig. 17 u. 18, 5 u. 6).	1—2 gleichsinnig gerichtete Schichten, schwer aufzufinden (Fig. 26 u. 28, 9).	Sehr undeutlich, oft resorbiert.	Sehr undeutlich, meist ganz resorbiert.	Meist ganz resorbiert oder samt dem Nucellarrest zu einer hyalinen Haut zusammengedrückt.
3) **Nucellarrest** (Perisperm)	Auf Quer- und Längsschnitten deutlich (Fig. 15 u. 16, 9).	Auf Quer- und Längsschnitten sehr deutlich (Fig. 17 u. 18, 7).	Auf Quer- und Längsschnitten undeutlich.	Weder auf Quer- noch auf Längsschnitten deutlich aufzufinden.	Resorbiert.	

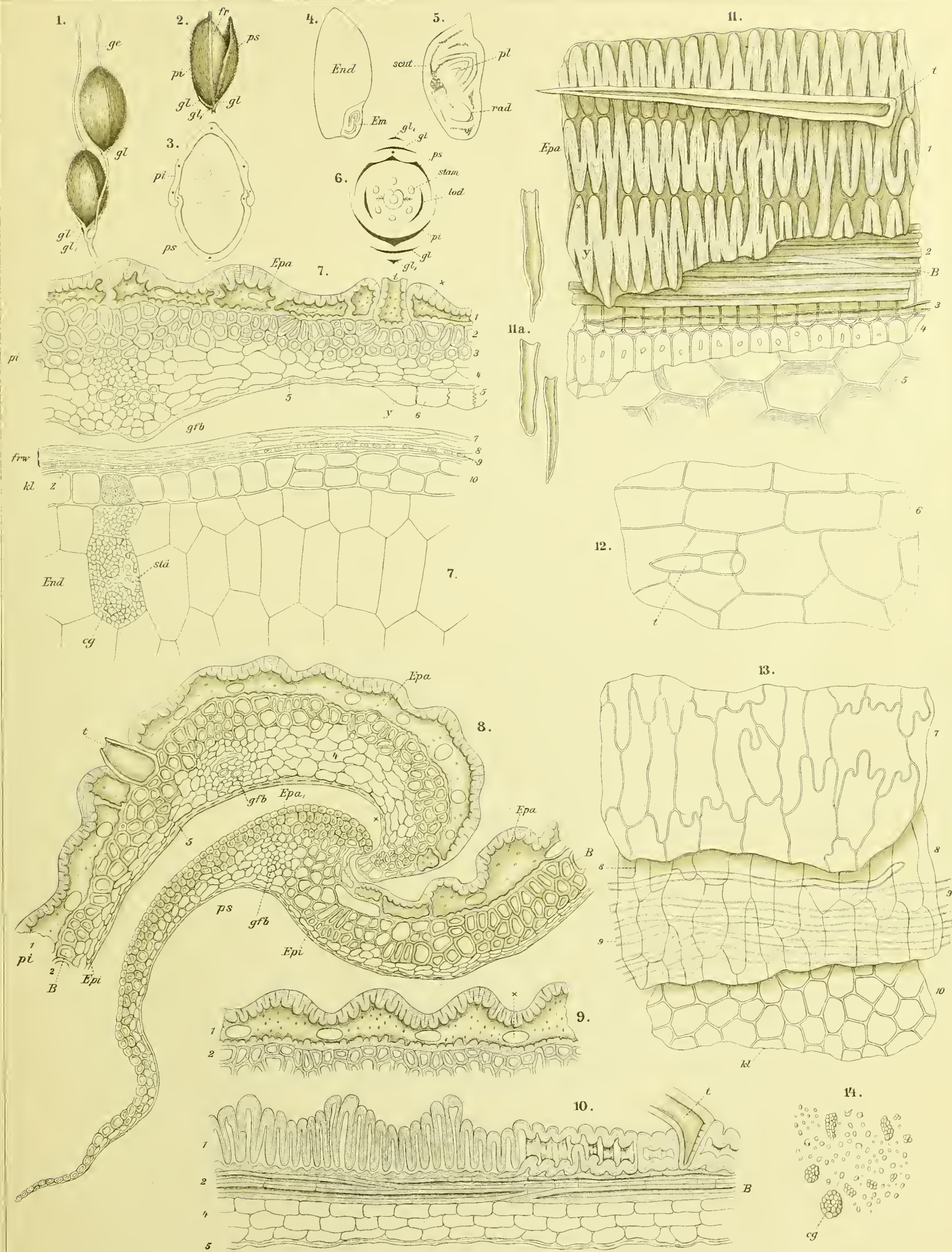
Tafel 45.

Erklärung der Abbildungen.

Oryza sativa L.

Fig. 1. Zwei einblütige, begrannte Ährchen des Reis.
„ 2. Einblütiges, kurz begranntes Ährchen, die Spelzenhülle geöffnet.
„ 3. Querschnitt durch eine von der Palea inferior und Palea superior eng umschlossene Frucht.
„ 4. Längsschnitt durch die Frucht.
„ 5. Längsschnitt durch den Keimling.
„ 6. Diagramm eines einblütigen Ährchens.
„ 7. Querschnitt durch die Palea inferior und den Rand der Frucht.
„ 8. Die Verzahnungsstelle der Palea inferior und superior im Querschnitt. *pi* Palea inferior, *ps* Palea superior.

Fig. 9. Querschnitt durch die Randschicht der Palea inferior, an den Wellenbergen der Epidermiszellen (×, Fig. 11).
„ 10. Radialer Längsschnitt durch die Randschicht der Palca inferior.
„ 11. Succedane Flächenschnitte durch die einzelnen Schichten der Palea inferior. Die kleinen Zahlen korrespondieren mit denen der Fig. 7.
„ 12. Intakte innere Epidermis der Palea.
„ 13. Succedane Flächenschnitte durch die einzelnen Schichten der Fruchtschale und die Aleuronschicht. Die kleinen Zahlen korrespondieren mit denen der Fig. 7.
„ 14. Stärkekörner isoliert. *cg* zusammengesetzte Körner.



Lith. Anst. v. C. Kirst Leipzig

Secale cornutum.

Mutterkorn, Ergot de Seigle, Ergot of Rye.

Das Mutterkorn des Handels ist das Sclerotium von Claviceps purpurea Tulasne, einem Pyrenomyceten.

Die Entwicklungsgeschichte desselben ist folgende. Zur Zeit der Roggenblüte, also im Juni, findet man an den Blüten und besonders am Fruchtknoten eine schleimige, zuckerhaltige Masse, die, unter dem Namen Roggen-Honigtau allgemein bekannt, früher für einen besonderen Pilz gehalten und Sphacelia segetum Léveillé genannt wurde. Die Masse besteht aus einem Geflechte zarter, breiter Hyphen, die an ihren Enden ovale Conidien abschnüren. Diese Conidien sind sehr leicht keimungsfähig. Wird daher ein Tröpfchen des Honigtaus von den die Blüten besuchenden Insekten bei feuchtem Wetter auf eine andere Roggenblüte übertragen, so treiben sie in den an den Narbenpapillen und den Lodiculis anhaftenden Regen- und Tautropfen aus, entwickeln einen Keimschlauch und bald ist aus einer solchen Conidie ein neues Sphaceliagebilde entstanden. So kann ein einziges Tier von einer einzigen, vom Roggenhonigtau befallenen Blüte aus zahlreiche andere Blüten infizieren. Schon nach kurzer Zeit konsolidiert sich das Sphaceliastadium, indem es, den Fruchtknoten umwachsend und verdrängend oder sich zwischen ihn und seine Anheftungsstelle einschiebend, auch wohl in die äufseren Fruchtknotenschichten eindringend, zu einem ziemlich festen Gebilde von der Form des Fruchtknotens wird, das in seinem Innern zahlreiche gewundene Höhlungen besitzt. Die zwischen diesen Höhlen liegenden Partien bestehen aus einem dichten Geflecht breiter Hyphen, die gegen die Höhlung hin eng aneinander grenzende, radial gestellte, basidienartige Fortsätze, Sterigmen, entsenden. Mit diesem palissadenartigen Sterigmenepithel ist die ganze Höhlung austapeziert. Jeder dieser Fortsätze schnürt nun so reichlich Conidien ab, dass die ganze Höhlung mit denselben erfüllt wird. Das ganze lakunöse Gebilde wird nicht selten einige Millimeter lang und tötet den Fruchtknoten völlig ab, dessen Reste sowohl in seinem Innern wie ganz besonders an seiner Spitze sichtbar bleiben. Im Juli geht es alsdann in den Dauerzustand dadurch über, dass die basalen Hyphen des Gebildes sich nicht mehr strecken, auch nicht mehr Conidien abschnüren, sondern an dieser Stelle nunmehr sehr kurze, aber dicht miteinander verbundene Hyphen entstehen, die sich rasch durch Teilung vermehren, so dass nach kurzer Zeit an der Basis der Sphacelia ein derber, dichter und fester Körper entsteht, der die Reste des Sphaceliastadiums an der Spitze trägt und zuerst diese und dann sich selbst aus den Spelzen herausschiebt (Fig. 1). Im Juli pflegt die Bildung dieses Dauerstadiums, des Sclerotiums des Pilzes, beendet zu sein. Auch das Sclerotium hat man früher für einen besonderen Pilz gehalten und ihm die Namen Sclerotium Clavus DC., Spermoedia Clavus Fr., Secale cornutum Bald., Clavaria Clavus Schrank gegeben. Es ist unser Mutterkorn. Es bildet stumpf drei bis vierkantige, gerade oder schwach hornartig gekrümmte, an den Enden verschmälerte, 15—25, selten bis 60 mm lange, 3—5, selten bis 6 mm dicke Körper, die aufsen eine violettschwarze, da und dort grauweifse Farbe besitzen, innen grauweifs oder rötlich sind. Frisch sind sie derb-fleischig, trocken hornartig hart. Oft ist die Randschicht durch tiefe Längsfurchen oder Risse zerklüftet. Die Gröfse des Mutterkorns ist abhängig von der Wirtspflanze, auf der es sich bildet. Es ist kleiner bei den Wiesengräsern, gröfser bei den eigentlichen Cerealien. Hafer und Gerste kommen nicht in Betracht. Bei uns ist es namentlich der Roggen, dessen geöffnete Ährchen seiner Bildung sehr Vorschub leisten, im Süden Triticum, dessen Mutterkorn dicker und kürzer ist, da die Ährchen geschlossener sind als beim Roggen, in Südamerika der Mais, von dem es gesammelt wird. Das Mutterkorn des Mais ist 1 cm lang und breit flaschenförmig. Mutterkorn scheint sich auf den meisten Gräsern bilden zu können, doch werden die kleinen Sclerotien auf Dactylis-, Lolium-, Festuca-, Calamagrostis-, Arrhenatherum-, Phragmites-, Molinia-Arten nicht gesammelt. Das Mutterkorn des Hafers ist sehr schlank. Alle diese scheinen jedoch zu dem gleichen Pilze zu gehören und werden offenbar sämtlich von Claviceps purpurea Tul. erzeugt. Ihre verschiedene Form ist wohl nur durch die verschiedene Gestalt und Gröfse der Ährchen und Fruchtknoten bedingt. Auch die in der Form abweichenden Sclerotien auf dem Reis und Arundo ampelodesma Cir. scheinen zu Claviceps zu gehören. Sie enthalten alle Cornutin.

An seiner Spitze trägt das Sclerotium das „Mützchen" (Fig. 1 u. 2, ×). Es ist dies der Rest des Sphaceliastadiums. Zerdrückt man das Mützchen in einem Tropfen Wasser, so findet man alsbald zahlreiche, ca. 4 mik lange Conidien im Tropfen, die die charakteristische gestreckt-ovale, stäbchenförmige Gestalt der Claviceps-Conidien zeigen (Fig. 3). Durchschneidet man das Mützchen der Länge nach — nachdem es zuvor durch Einlegen in Wasser und Alkohol schnittgerecht gemacht wurde —, so sieht man noch deutlich die Lakunen im

Innern (Fig. 2, *x*) und findet in allen Höhlungen noch reichliche Mengen von Conidien. An der Spitze aber sieht man ganz regelmäfsig die Reste der dicht mit Haaren besetzten Epidermis des Fruchtknotens des Roggen (Fig. 2, *t*, vergl. auch Taf. 43), bisweilen auch noch die Reste der beiden Narben. Diese Fruchtschalepidermisreste setzen sich nach unten nicht selten ins Innere des Mützchens fort. Ja man sieht sogar bisweilen in der Mitte desselben den Fruchtknoten als obliterierten braunen Schlauch (*y*, Fig. 2).

Die Zellen (Hyphen) des Sclerotiums besitzen im Querschnitt eine rundliche Gestalt (Fig. 8). Das Ganze hat das Aussehen eines Parenchymgewebes. Man hat das Gewebe daher auch als Pseudoparenchym bezeichnet. Doch besitzen die Zellen sehr verschiedene Weite. Mit engen wechseln weite oder gestreckte in unregelmäfsiger Folge ab (Fig. 8). Im Längsschnitt erscheinen die Zellen schwach gestreckt, bisweilen etwas verbogen, in ihrer Form unregelmäfsig (Fig. 7). Niemals ist dic Längsstreckung jedoch eine starke, so dass die Zellen eine eigentliche Hyphenform nicht annehmen. Durch Chromsäurelösung lassen sich die Zellen leicht isolieren. Ihre Wand ist dünn, ihr Lumen relativ weit. Die Wand besteht aus Pilzcellulose.

Untersucht man frisches Mutterkorn, so findet man, dass ungefähr die äufsersten zehn Reihen im Bau von den übrigen abweichen. Sie bestehen aus dünnwandigen langen, in der Längsrichtung des Organs gestreckten, gegliederten Hyphen (*z*, Fig. 8 u. 10). Diese ganze äufsere Schicht beginnt, wenn die Farbstoffbildung in der elften Reihe (×, Fig. 8) eingetreten ist, zu obliterieren (*y*, Fig. 8) und löst sich schliesslich als feine graue Haut vom Sclerotium ab, so dass das anfangs silbergraue Sclerotium schliesslich dunkelviolett wird und nach aufsen hin nicht von einer epidermisartigen Randschicht, sondern von obliterierten Zellen bedeckt ist. Doch ist die obliterierte Aufsenschicht, wenigstens teilweise, auch bei altem Material oft noch erhalten und bildet den grauweissen matten „Reif“, der die Oberfläche bedeckt. Nach oben hin setzt sich diese äufsere Hyphenschicht in das Mützchengewebe fort. Die Farbstoffbildung erfolgt, wie erwähnt, etwa in der elften Reihe, und zwar sowohl im Inhalt wie in der Membran (×, Fig. 8).

Der Inhalt der Zellen des Sclerotiums besteht aus sehr eigentümlichen Körnern (Fig. 9), die man am besten sieht, wenn man den Schnitt direkt in Osmiumsäurelösung einträgt. Man findet dann, dass in jeder Hyphe mehrere bald kleinere, bald grössere, bald rundliche, bald gestreckte Körner liegen, die einen andersartigen, dunkleren Kern und eine hellere Hülle besitzen (Fig. 9) und die sich mit Osmiumsäure besonders im Innern braun färben, also Fett enthalten (Oleoplasten). Legt man den Schnitt zuerst über Nacht in Alkohol und beobachtet dann in Alkohol, so findet man diese Körner nicht mehr. An ihrer Stelle liegen rundliche oder gestreckte Gebilde, die wie zusammengefallene Schläuche aussehen und sich mit Jod gelb färben. Die Körner bestehen also aus einem Eiweifskörper und Fett. In ihnen wird wohl auch das Cornutin sich bilden. Der Gehalt an Öl ist bei Secale cornutum beträchtlich. Er beträgt im Maximum fast 50 Proz. Durch Einlegen in Schwefelsäure oder Zufliessenlassen derselben zu dem in Wasser liegenden Präparate wird das Öl sofort sichtbar, indem es zu grossen Tropfen zusammenfliesst. Durch Schwefelsäure wird der Schnitt allmählich rot, da Zucker neben Eiweifs vorhanden ist. Weder durch Schwefelsäure, noch durch Eisenchlorid-Schwefelsäure, noch durch Kaliumquecksilberjodid gelingt es, das Cornutin mikrochemisch in den Zellen nachzuweisen.

Die Farbstoffe, Sclererythrin und Scleroxanthin, sind im Inhalt und in den Membranen der meist einreihigen Farbstoffschicht enthalten (×, Fig. 8), dringen aber, in den Membranen wandernd, oftmals sowohl nach aufsen wie nach innen vor, so dass nicht selten mehrere Reihen gefärbt erscheinen, ja bisweilen ist das ganze Innere lichtrosa gefärbt. Ammoniak löst den Farbstoff mit rotvioletter Farbe.

Läfst man das Sclerotium „keimen“ — (es keimt in feuchten Sand gebettet schon im gleichen Jahre, im Freien nach der Winterruhe im Frühjahr (März—Juni), nach einem Jahre verliert es die Keimfähigkeit —), so entwickelt es aus den Randschichten unter der Farbstoffschicht unter allmählichem Verbrauch des als Reservestoff im Sclerotium abgelagerten Fettes zahlreiche (bis 30 und mehr) Köpfchen (Fig. 4), die auf rundlichen oder bandartigen, bisweilen gedrehten, violetten, bis 40 mm langen, ca. 1 mm dicken Stielen sitzen. Die Hyphen des Stieles (*Sti*, Fig. 5 u. 6) sind sehr langgestreckt und führen den violetten Farbstoff im Inhalt. Das Köpfchen zeigt zahlreiche Warzen auf der Oberfläche (Fig. 5) und besteht aus einem Hyphengeflecht. In der Mitte jeder Warze liegt die enge Öffnung eines krugförmigen Peritheciums. Die Zahl der Perithecien entspricht also der Zahl der Warzen und ist stets eine hohe. In jedem Perithecium liegen zahlreiche gegestreckt lineale Schläuche (asci), die im Reifezustande, der etwa zur Zeit der Roggenblüte eintritt, je acht lineale Ascosporen enthalten. Nach Eintritt der Reife werden dieselben aus den Ascis torpedoartig mit ziemlicher Energie durch den sich alsdann erweiternden Peritheciummund aus den oft mit hervortretenden Ascis herausgeschleudert. Trägt sie der Wind auf eine taubenetzte Roggenblüte, so keimen sie durch Austreiben langer Schläuche und entwickeln eine neue Sphacelia in der Blüte. So schliesst sich der Entwickelungsgang. Auch das die Perithecien tragende Entwickelungsstadium ist früher als ein besonderer Pilz beschrieben und Cordiceps purpurea Fries, Sphaeria purpurea Fries, Sphaeria entomorhiza Schum., Kentrosporium mitratum Wallr., Sphaeropus fungorum Guib. genannt worden, bis Tulasne die Zusammengehörigkeit aller Stadien zu einem Pilze nachwies, den er Claviceps purpurea nannte.

Im Mehl ist beigemengtes Mutterkorn leicht nachzuweisen. Man verkleistert eine nicht zu kleine Partie und bringt sowohl den obenauf schwimmenden, wie die zu Boden sinkenden Fragmente durch Aufsteigenlassen in eine oben mit dem Finger geschlossen eingeführte und dann geöffnete Glasröhre und von dieser auf den Objektträger in Chloral oder

auch nur in einen Tropfen Wasser. Das charakteristische Gewebe des Sclerotiums (Fig. 7 u. 8) ist leicht von allen anderen Fragmenten der Cerealiengewebe zu unterscheiden. Am meisten Ähnlichkeit hat es noch mit dem Gewebe des Scutellums und des Keimlings der Cerealiensamen, doch bildet hier die verschiedene Grösse der Zellen und die Dicke der Wand ein gutes Unterscheidungsmerkmal. Beim Mutterkorn wechseln weitere und engere Hyphen in unregelmäfsiger Folge miteinander ab. Auch giebt die Wand der Hyphen niemals die Cellulosereaction mit Jod-Schwefelsäure.

Brand.

Die Brandpilze (Ustilagineen) sind die Ursache einer beim Getreide ziemlich häufigen Erkrankung der Reproduktionsorgane. Die Krankheit ist daran kenntlich, dass man an Stelle der normalen Organe braune bis schwarze pulverige Massen an den Ährchen oder in den Fruchtknoten findet. Das ganze Organ erscheint in ein schwarzes Pulver umgewandelt. Dies Pulver besteht aus zahllosen Sporen. Die Brandpilze sind endophyte Parasiten. Ihr Mycel durchzieht die ganze befallene Pflanze. Auch die Sporen entstehen meist im Innern der Pflanze, übrigens nicht an distinkten Fruchtträgern, sondern durch Abschnürung oder Zergliederung an den Fadenenden. Sie bilden grosse, unbestimmt geformte Massen. An der Stelle wo der Pilz zur Sporenbildung schreitet vermehren sich die Mycelfäden stark, sie erfüllen hier nicht nur das Innere der Zellen, sondern durchwuchern auch die Membranen derselben und zerstören die letzteren nach und nach, so dafs ein dichtes Gewirr von Pilzfäden an die Stelle des Zellgewebes tritt. An allen Fäden dieser Pilzmasse entstehen dann die sporenbildenden Fäden: zahlreiche von jenen entspringende kurze Zweige, welche an ihren Enden oder auch noch hinter denselben unter Aufquellen der Membran anschwellen. Gleichzeitig tritt Öl in dem dichten Inhalte auf. Bald zeigen die Enden aller Zweige ein perlschnurartiges Aussehen. Der Inhalt jedes der Glieder dieser kugeligen Anschwellungen umgiebt sich dann mit einer neuen Membran und wird zur Spore, die anfangs farblos ist. In diesem Stadium ist die ganze gallertige Pilzmasse noch von der Membran des Organs umgeben. Nun gehen die sporogenen Fäden zu Grunde, während die Chlamydosporen, jetzt gänzlich isoliert, braun bis braunschwarz werden. Das Sporenpulver bleibt entweder zunächst von der Epidermis des Organs umschlossen (Tilletia Caries) oder zersprengt die Epidermis (Ustilago Carbo). Im letzteren Falle erscheint das ganze Organ schwarz bestäubt. Diese Chlamydosporen sind Ruhe- oder Dauersporen. Sie ruhen für gewöhnlich über den Winter (wie das Sclerotium von Claviceps), bleiben aber oft 2—7 Jahre (Ustilago Carbo), 2—8 Jahre (Tilletia Caries und Ustilago Maidis) oder 3—6 Jahre (Ustilago destruens) keimfähig. Bei der Keimung treibt das Endosporium, das Exosporium durchbrechend, einen farblosen Keimschlauch, der zum Promycel wird, an dem alsdann zahlreiche farblose Sporidien entstehen. Diese Sporidien zeigen, wenn sie durch Zufuhr organischer Substanz (besonders Zucker) ernährt werden, eine starke hefeartige Sprossung. Jedes Sporidium ist im stande durch Entwickelung eines Keimschlauches und Eindringen desselben in die Epidermis und das darunter liegende Gewebe ein neues Brandpilzmycel zu entwickeln, also eine Infektion der befallenen Pflanze zu erzeugen.

Ustilago Carbo Tul.

Der Staub-, Flug-, Nagel- oder Rufsbrand wird von Ustilago Carbo Tul. (Uredo segetum Pers., Uredo Carbo DC., Ustilago segetum Ditm., Caeoma segetum Link.) findet sich auf dem Hafer, der Gerste, dem Weizen und auf vielen Wiesengräsern (Arrhenatherum elatius, Festuca, Avena), nicht auf dem Roggen. Er bildet ein schwarzes Pulver in den Inflorescenzen, deren Ährchen meist vollständig durch den Pilz vernichtet werden. Infolgedessen kommt das Sporenpulver rasch zum Vorschein und die Inflorescenz erscheint schwarz.

Die Sporen sind kugelrund oder schwach oval (Fig. 11), braun, mit glattem Exosporium, meist 5—8 mik im Durchmesser (bei Ustilago tritici 5,5—7,5, bei Ustilago hordei 7,5 bis 11,25 mik).

Die Sporen dieses Brandes kommen selten in das Getreide, da die Brandmasse zur Zeit der Ernte bereits fast vollständig von den Halmen verstäubt ist.

Neuerdings ist diese Art in fünf Arten gespalten worden, die wohl aber nur Varietäten sind: Ustilago hordei Bref. (auf Gerste), Ustilago Jensenii Rostr. (auf Hord. distichum), Ustilago perennans Rostr. (auf Avena elatior) und Ustilago tritici Rostr. (auf Weizen).

Ustilago maidis Lév.

Der Mais- oder Beulenbrand wird von Ustilago maidis Lév. an den Seitentrieben der Maispflanze, auf welchen sich die Kolben entwickeln, erzeugt. Dieselben wachsen dadurch zu einer unförmlichen Beule aus, die bisweilen die Gröfse eines Kinderkopfes erreicht.

Die Sporen sind kugelig (Fig. 12), gröfser als der Staubbrand, 9,5—11,5 mik im Durchmesser und mit einem braunen, feinstacheligen Exosporium versehen.

Kommt bisweilen im Maismehl vor.

Andere Brandarten des Getreides aus der Gattung Ustilago sind: der Hirsebrand, Ustilago destruens Schlechtd. auf der Hirse, Panicum miliaceum. Sporen rundlich-eckig, 8—12 mik im Durchmesser, braun, Exosporium undeutlich-netzig. Ustilago Fischeri Passer. auf Mais, U. Reiliana Kühn und U. Tulasnei Kühn auf Sorghum vulg. u. a. m.

Tilletia Caries Tul.

Der Stein-, Schmier-, Faul- oder geschlossene Brand wird vom Tilletia Caries Tul. (Uredo Caries DC., Ustilago sitophila Ditm., Caeoma sitophilum Link.) erzeugt. Er ist der bei weitem schädlichste Brand des Weizens und auf diesen (mit Einschlufs von Einkorn und Spelz) beschränkt. Die Sporenmasse entsteht im Innern des geschlossen blei-

benden Kornes (Fig. 13a) und bildet ein schwarzbraunes, frisch wie Heringslake (Trimethylamin) riechendes Pulver. Äufserlich sieht man den von dem Steinbrand befallenen Ähren fast nichts an, die kranken Ähren sind daher von den gesunden kaum zu unterscheiden; doch sind bei genauem Hinsehen die brandigen Früchte etwas mehr aufgetrieben als die gesunden, die Spelzen stehen daher etwas spreizend auseinander, auch bleiben die befallenen Ähren länger grün. Meist sind alle Ährchen einer Ähre brandig. Die Schale, welche das Brandpulver umgiebt, ist dünn und leicht zerbrechlich. Die brandigen Körner fallen nicht ab, werden also mit den gesunden zusammen geerntet und daher kommt es denn, dafs das Sporenpulver auch in das Mehl gelangt.

Die Sporen sind ziemlich grofs, 17—22,5 mik im Durchmesser. Das blafsbraune Exosporium zeigt wohlausgebildete netzförmige Verdickungleisten (Fig. 13).

Im Sommerweizen der Alpenländer findet sich die nahe verwandte Tilletia laevis Kühn mit glattem Exosporium.

In den Körnern des Roggens kommt der ebenfalls nahe verwandte Kornbrand Tilletia secalis Kühn (Ustilago secalis Rabenh.) vor, dessen grosse, meist 18 – 23 mik im Durchmesser messende Sporen ebenfalls ein netziges Exosporium besitzen.

In anderen Gräsern sind andere Tilletiaarten beobachtet worden.

* * *

Von anderen Brandpilzen, die hier in Betracht kommen, wäre noch des Roggenstengelbrandes Erwähnung zu thun, der von Urocystis occulta Rabenh. (Uredo occulta Wallr., Polycystis occulta Schlechtend.) erzeugt wird und in den Internodien und Blattscheiden des Roggenhalmes vorkommt und bisweilen bis zu den Spelzen der Ährchen vordringt. Da der befallene Halm entweder bevor er Früchte hervorgebracht oder unter der Last der Ähren bricht, so gelangen die Sporen nur höchst selten in das Getreide und das Mehl. Sie sind leicht von allen anderen zu unterscheiden, da wir hier vielzellige Sporen vor uns haben. Um ein oder mehrere central gelegene, gröfsere und gefärbte liegt ein Kranz kleiner, farbloser, peripherischer Zellen. Doch sind nur die centralen keimfähig, also als eigentliche Sporen anzusprechen. Das ganze Gebilde ist etwa 25 mik breit.

Kornrade.

Die nierenförmigen, reif fast schwarzen, unreif gelbbräunlichen Samen der Kornrade, Agrostemma Githago L. (Fig. 14), eines gemeinen Unkrautes der Getreidefelder, die sich daher leicht in die Getreide verirren, gehen aus campylotropen Ovulis hervor, die mit ziemlich langen Funiculis an der centralen Basalplacenta angeheftet sind (Fig. 18). Das Integument entwickelt sich in der Weise weiter, dafs die Epidermis allein eine weitere Differenzierung erfährt, das darunter liegende Integumentgewebe aber, nachdem es seinen Inhalt, besonders die Stärke, zur Verdickung der Wand der Epidermiszellen hergegeben, obliteriert (*N*, Fig. 19), sich also als „Nährschicht" erweist. Die Epidermis des Integumentes verdickt sich schon frühzeitig an der Aufsenseite und am oberen Teile der Seitenwände (Fig. 20), die Kuticula ist schon jetzt deutlich sichtbar. Später differenzieren sich in der Kuticularschicht feine Stäbchen (Fig. 21, ×) und die ganze Schicht hebt sich nunmehr kräftig gegen die inneren Membranschichten ab. Bei der weiteren Entwicklung verdicken sich die inneren Membranschichten stark, und da gleichzeitig auch ein starkes Flächenwachstum eintritt, so wenden sich die Zellen stark hin und her oder wölben sich stark nach aufsen (Fig. 19 u. 22). Dadurch entstehen zahlreiche Höcker auf der Oberfläche des Samens. Diese Höcker, welche in ziemlich regelmäfsigen Bogenreihen angeordnet sind, geben der Aufsenseite des Samens ein sehr charakteristisches Aussehen (Fig. 14). Die inneren Membranpartien zeigen eine deutliche Schichtung, die ganze Membran, am unreifen Samen graugelb, ist am reifen braun gefärbt. Die Stäbchenschicht hat am reifen Samen insofern eine Veränderung erlitten, als sich die Kuticula nicht mehr glatt über dieselbe spannt, sondern zwischen den einzelnen Stäbchen eingestülpt ist. Dadurch erhält die äufserste Schicht der Aufsenmembran ein grobhöckeriges bez. grobkörniges Aussehen (×, Fig. 19 u. 22). In der Falte des nierenförmigen Samens, also dort, wo der Funiculus ansitzt, sind die Epidermiszellen infolge einer hier erfolgenden Zusammenpressung sehr schmal und sehr hoch. Von der Fläche gesehen, bietet die Samenschalepidermis das in Fig. 23 dargestellte Bild. Die Zellen sind — ebenfalls eine Folge starken Flächenwachstums — an den Seitenwänden wellig verbogen, die Innenkontur undeutlich infolge der buckeligen Ausbauchung der Zellen und nur die Intercellularsubstanz als feine Linie deutlich. Die Kuticularzapfen erscheinen als rundliche Höckerchen (Fig. 23). An der Innenwand und einem sehr kurzen, fast auf Null verkürzten Stücke der Seitenwand bleibt die Membran der Epidermiszellen dünnwandig. Die Nährschicht ist stark obliteriert (*N*, Fig. 19). Auf der Flächenansicht erscheint sie dort, wo die Zellen erhalten sind, aus gestrecktem Parenchym aufgebaut (Fig. 24).

Das Innere des Samens besteht aus dem weifsen, mehligen Endosperm und dem gelblichen oder gelblich-grünen Embryo. Das Endosperm (*End*, Fig. 15 u. 16) liegt central, der Embryo umgiebt dasselbe ringsum, liegt also peripherisch (Fig. 15

u. 16), so dafs derselbe bei einem medianen Längsschnitte (Fig. 16) kreisförmig rings um das Endosperm gelegt ist, bei einem Querschnitte (Fig. 15) an den beiden Polen liegt. Bei *z* (Fig. 16) sitzt der bei den oberen Samen der Frucht sehr lange und derbe, bei den tiefer liegenden kurze Funiculus dem Samen an. Hier verläuft unter der Samenschale ein Pigmentstrang. Daneben liegt das Mikropylarende des Samens, auf welches hin die Radicula weist.

Das Gewebe der Radicula und der Kotyledonen ist ein dünnwandiges Parenchym (Fig. 26), welches dicht mit Aleuron und Ölplasma erfüllt ist. Die Oberseiten der Kotyledonen liegen einander auf. Hier finden sich unter der Epidermis 1—2 Palissadenreihen (Fig. 26). Prokambiumstränge durchziehen Kotyledonen und Radicula.

Das Endosperm besteht aus dünnwandigen gestreckten Zellen (Fig. 19), die auf Flächenschnitten rundliche Form zeigen (Fig. 25). Sie sind dicht erfüllt mit Stärke. In einer aus kleinen rundlichen Körnern bestehenden Grundmasse (Füllstärke) sind zahlreiche bald rundliche, bald gestreckt-spindelförmige zusammengesetzte Körner eingebettet (Fig. 19). Die gestreckten Formen (Fig. 27a) prävalieren. Die zusammengesetzten Körner bestehen aus sehr zahlreichen Teilkörnern. Die Körner, sowohl die Teilkörner als die Füllstärke sind rundlich (Fig. 27) und sehr klein, meist 1—2 mik lang, gehören also zu den kleinsten Reservestärkekörnern. Sie sind im Durchschnitt noch kleiner als die Stärke des Cardamomenperisperms.

Das Sapotoxin, ein Körper der Saponingruppe, das giftige Prinzip der Rade, hat seinen Sitz ausschliefslich im Embryo (der Radicula und den Kotyledonen), und zwar vorwiegend in den beiderseitigen Epidermen. Die Epidermis ist ja überhaupt Sitz zahlreicher differenter Körper (vergl. S. 74 u. 157). Legt man einen Längsschnitt in konzentrierte Schwefelsäure (oder ein Gemisch von gleichen Teilen Alkohol und Schwefelsäure), so wird der Embryo sofort intensiv gelb mit einem Stich ins Grünliche. Erwärmt man den Schnitt, so wird er karminrot, besonders in den Epidermen. Der Farbstoff wird von den Öltropfen aufgenommen. Läfst man einige Zeit liegen, so geht die Farbe in Kirschrot, endlich in Violettbraun über. Setzt man zu dem mit Schwefelsäure und Alkohol erwärmten Schnitte etwas verdünntes Eisenchlorid, so tritt sofort Entfärbung ein. Nach einiger Zeit entsteht in den Öltropfen, besonders an den Epidermen, ein grauer Niederschlag.

Eine Beimischung der Radekörner zum Getreide ist auf den ersten Blick zu erkennen. Eine Beimischung zum Mehl verrät sich sowohl durch die eigenartige Samenschale, wie die Stärkekörner, die erheblich kleiner sind als die Kleinkörner von Gerste, Roggen und Weizen, ja auch kleiner noch als die des Reis und des Hafer (s. d.), ganz besonders aber durch die zusammengesetzten Stärkekörner. An den Embryofetzen erhält man die Sapotoxinreaktion mit Schwefelsäure (s. oben).

Wachtelweizen.

Die Samen des Wachtelweizen, Melampyrum arvense L., eines gemeinen Ackerunkrautes, die sich bisweilen im Getreide finden und dem daraus gebackenen Brote eine intensiv violette Farbe geben, entstehen aus amphitropen Ovulis mit relativ langem Funiculus (Fig. 28). Der Same ist eiförmig mit einem basalen wulstigen Ansatze (Fig. 29 u. 30). Letzterer (*Ah*, Fig. 29 u. 30) ist ein Endospermanhängsel. Der fertige Same ist mit dem Anhängsel bis 6 mm lang, eiförmig-länglich, glatt, glänzend braun-schwarz; das Anhängsel heller und nicht glänzend, deutlich längsgestreift.

Das Ovulum hat ein Integument. Dasselbe geht aber bei der weiteren Entwicklung fast vollständig zu Grunde, so dafs der reife Same entweder ganz nackt, d. h. ohne Samenschale ist oder doch nur von einer dünnen Schicht obliterierter Zellen (Fig. 31, *ff*) bedeckt ist, welche Schicht sich sehr leicht ablöst und dann auch häufig ganz oder teilweise fehlt. Am besten ist sie an der Samenbasis erhalten. Das Endosperm, welches die Hauptmasse des Samens bildet, besteht aus sehr dickwandigen Zellen (*End*, Fig. 31 u. 32), die sehr zahlreiche einfache Tüpfel besitzen und deren Wand aus Reservecellulose besteht. Die Epidermis des Endosperms besteht aus radial-palissadenartig gestreckten dickwandigen, an den Aufsen- und Seitenwänden nicht getüpfelten Zellen (Fig. 31, *Ep*). Sie vertritt die Samenschale. Wir haben also hier einen der Fälle vor uns, wo bei zarter Samenschale das dickwandige Endosperm die mechanische Funktion übernimmt. Im Lumen enthalten die Zellen des Endosperms einen braunen Klumpen kontrahierten Inhaltes, der stachelig erscheint, da der der Wand anliegende solide Inhalt bei der Kontraktion des Plasmaschlauches gelegentlich des Absterbens aus den Tüpfelkanälen herausgezogen wird (×, Fig. 31). Jede der Stacheln entspricht einem Tüpfelkanal. Im Inhalt sind Aleuronkörner nur sehr undeutlich zu erkennen, Stärke fehlt, Öl ist vorhanden. Diese Klumpen sind — besonders stark in den äufseren Schichten des Endosperms — durch braunes Rhinanthogenin, das Spaltungsprodukt des farblosen Rhinanthins gefärbt, welches letztere in den Samen das Rhinanthogenin begleitet. Das Rhinanthogenin bewirkt die Färbung des Samens. Ein alkoholischer Auszug der Samen fluoresciert stark und wird mit etwas Salzsäure erhitzt erst gelb, dann grün. Die Färbung steigert sich



mit der Zeit bis zu tiefblaugrün. Die Lösung zeigt ein breites Absorptionsband im Gelb. Die Membranen der Endospermzellen werden durch Jod gelb, durch Jod-Schwefelsäure blau, sie quellen in allen Mineralsäuren stark.

Die Epidermiszellen des Endosperms erscheinen von der Fläche gesehen polyedrisch (Fig. 34). Die Palissadenepidermis läuft nicht ganz ringsum. Gegen die Anheftungsstelle des Anhängsels hin werden die Zellen quadratisch (*Ep*, Fig. 33) und dort, wo das Anhängsel ansitzt, fehlt sie ganz. Hier verläuft eine braune Trennungsschicht. Gegen den kleinen Embryo hin lockert sich das Gewebe und die Zellen werden dünnwandig. Sie bilden rings um den Embryo ein typisches Quellgewebe (*Qs*, Fig. 32).

Das gerade Embryo besteht aus zarten, plasma- und ölreichen Zellen (*Em*, Fig. 32). Seine Radicula ist gegen die Spitze des Samens gerichtet (Fig. 30).

Am besten erhalten ist die Schale um das basale Gebilde, das ich oben als Endospermanhängsel bezeichnete und das auch aus dem Embryosack hervorgeht. Hier bildet sie mehrere Schichten und ist verschieden gebaut, je nachdem man die schon äufserlich sichtbaren Längsstreifen bez. Rippen oder das zwischen diesen liegende Gewebe betrachtet. An den Rippen sind die Epidermiszellen gestreckt und dickwandig, zwischen denselben polyedrisch und dünnwandig, doch sind auch dort einzelne dieser polyedrischen Zellen verdickt. Die Samenschale führt über dem Anhängsel braune Farbstoffklumpen.

Das Anhängsel besteht aus rundlichen, oft getüpfelten, stark gelockerten Zellen (*Ah*, Fig. 33), die fettes Öl enthalten. An der Basis liegt oft eine Höhlung.

Eine Beimischung von Wachtelweizen zum Getreide ist leicht zu erkennen, eine Beimischung zum Mehl ebenfalls, am besten wohl, abgesehen von der mikroskopischen Diagnose, durch die Salzsäurereaktion eines alkoholischen Auszuges (s. oben).

Aufser Mutterkorn, Kornrade und Wachtelweizen sind noch die Samen hauptsächlich folgender Pflanzen im Getreide gefunden worden:

Lolium temulentum L., Avena fatua L., Bromus secalinus L., Setaria, Vicia, Ervum, Lathyrus, Medicago, Sinapis, Brassica, Raphanistrum, Camelina, Delphinium Consolida L., Papaver Rhoeas L., Polygonum Convolvulus L, Convolvulus arvensis L., Centaurea Cyanus L., Daucus Carota L., Rhinanthus hirsutus Lam., Saponaria, Sherardia arvensis L.

Tafel 46.

Erklärung der Abbildungen.

Claviceps purpurea Tulasne (Fig. 1—10).

Fig. 1. Sclerotium des Mutterkorns mit dem Sphacelia-Mützchen (×) in einem Roggenährchen.
„ 2. Längsschnitt durch die Spitze desselben mit dem Mützchen und den Fruchtknotenresten (*fk. t*).
„ 3. Sphacelia-Conidien des Mützchens (aus der Droge).
„ 4. Ausgetriebenes Sclerotium mit zahlreichen gestielten, die Perithecien enthaltenden Köpfchen.
„ 5. Köpfchen stärker vergröfsert.
„ 6. Köpfchen im Längsschnitt. Die flaschenförmigen Behälter des Randes sind die Perithecien (*Pth*).
„ 7. Längsschnitt durch das Gewebe des Sclerotiums.
„ 8. Querschnitt durch die Randschicht des Sclerotiums.
„ 9. Inhaltskörper (Oleoplasten) der Zellen des Sclerotiums.
„ 10. Hyphen aus der Randschicht des Sclerotiums (*z*, Fig. 8) in Längsansicht.

Brandpilzsporen (Fig. 11—13a).

„ 11 Sporen von Ustilago Tritici.
„ 12. Sporen von Ustilago Maidis.
„ 13. Sporen von Tilletia Caries.
„ 13a. Ein Weizenkorn mit Tilletia-Sporen erfüllt, längsdurchschnitten.

Agrostemma Githago L. (Fig. 14—27a).

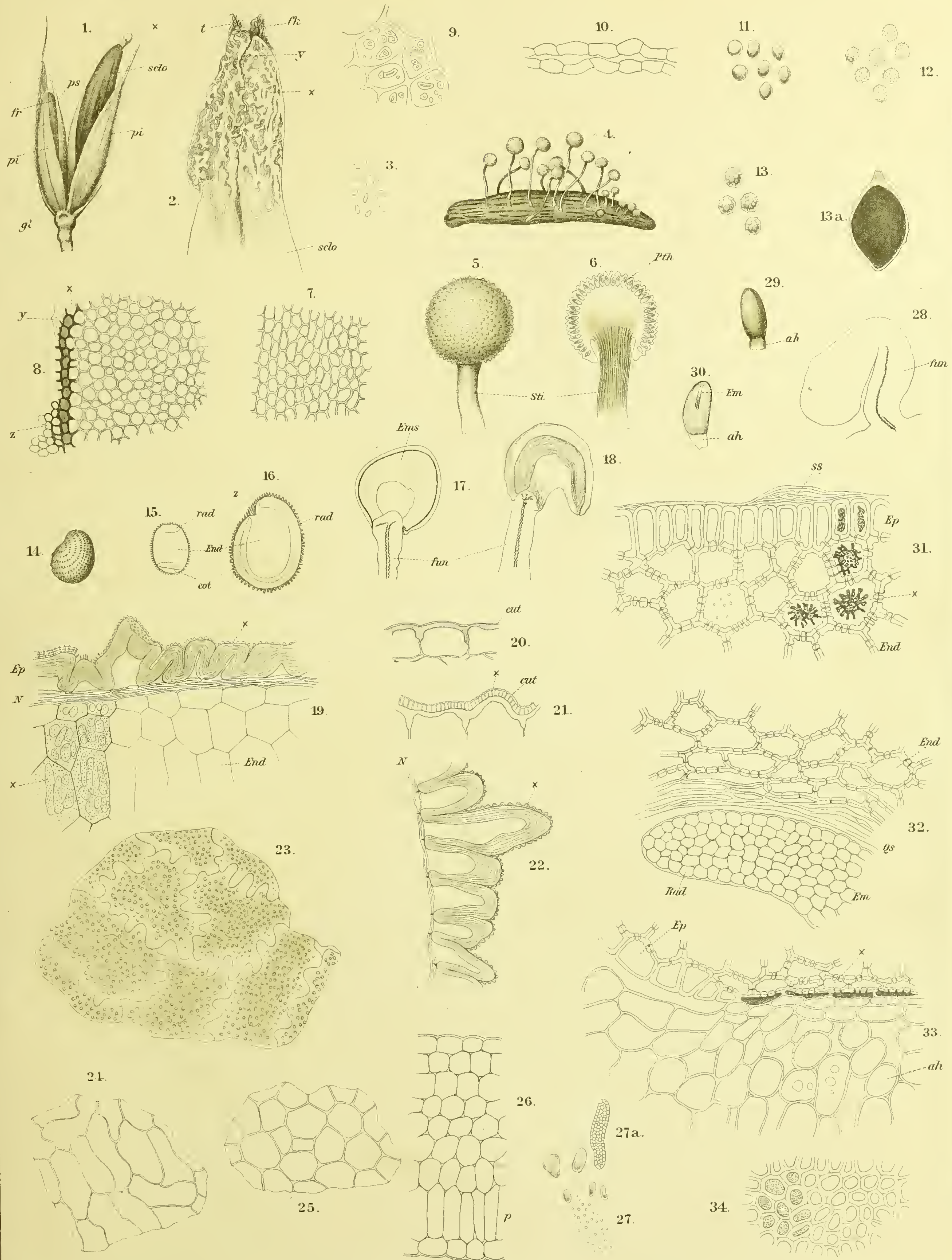
„ 14. Same von Agrostemma von aufsen.
„ 15. Desgl. Querschnitt.
„ 16. Desgl. Längsschnitt.

Fig. 17. Junge Samenanlage.
„ 18. Ovulum.
„ 19. Randschicht des reifen Samens.
„ 20. Junge Samenschalepidermis.
„ 21. Etwas älteres Stadium, die Stäbchenschicht ist differenzicrt.
„ 22 Radialer Längsschnitt durch die Samenschalepidermis des reifen Samens.
„ 23. Samenschalepidermis im Flächenschnitt von aufsen.
„ 24. Zellen der Nährschicht in der Flächenansicht.
„ 25. Zellen des Endosperms aus einem Flächenschnitt.
„ 26. Querschnitt durch einen Kotyledon.
„ 27. Stärkekörner des Endosperms.
„ 27a. Zusammengesetzte Stärkekörner des Endosperms.

Melampyrum arvense (Fig. 28—34).

„ 28. Ovulum.
„ 29. Same von aufsen.
„ 30. Same längsdurchschnitten
„ 31. Querschnitt durch die Randschicht des Samens. *ss* Samenschale.
„ 32. Längsschnitt durch die Radicula und das umgebende Gewebe des Endosperms.
„ 33. Längsschnitt durch die Stelle, wo das Endospermanhängsel dem Endosperm ansitzt.
„ 34. Epidermis des Endosperms von der Fläche gesehen.

Secale cornutum. Brandpilzsporen.



Agrostemma. Melampyrum.

Pisum.

Erbse, Arbes, Arften, Pois, Pease.

Die Erbse, Pisum sativum L., wird in zahlreichen Abarten, Varietäten, Rassen und Formen angebaut. Zur Subspecies P. s. gullosum Risso (Zuckererbse) gehören die Varietäten: macrocarpum und saccharatum mit zahlreichen Formen, zur Subspecies P. s. pachylobum Dierb. (Kern- oder Pflückerbse) die Varietäten: speciosum, medullare, glaucospermum, humile und vulgare mit sehr zahlreichen Formen.

Die Farbe der mehr oder weniger kugeligen Samen variiert sehr, von gelblich bis rötlichweifs bis grün oder dunkel, ebenso wechselt die Gröfse und demgemäfs das Gewicht. Letzteres variiert per 200 Stück zwischen 23 und 107 g.

Die Frucht der Erbse ist eine Hülse. Sie entsteht aus einem Karpell. An der Verwachsungsnaht der Karpellränder (×, Fig. 22) sitzen die Ovula in einfacher Reihe. Dieselben sind hemitrop-amphitrop (Fig. 5). Der Embryosack (*Ems*) ist gekrümmt. Das Ovulum besitzt nur ein dickes Integument, welches auf der der Raphe abgekehrten Seite 6—12 Zellreihen besitzt; auf der Rapheseite ist es erheblich dicker und entsendet einen Zapfen (*y*) nach oben, um den sich der Embryosack herumkrümmt (Fig. 5). An der Mikropyle (*Mp*) ist das Integument angeschwollen. Das Raphebündel (*Ra*) setzt sich in das Funicularbündel und dieses in das Bündel der Placenta fort. Das Raphebündel (Fig. 5, *Ra*) reicht bis zu der der Anheftungsstelle gegenüber liegenden Partie des Ovulums oder noch darüber hinaus (Fig. 4).

Schon frühzeitig streckt sich der Funiculus, so dafs schon der halbreife Same an einem ziemlich langen, an der Spitze keulenförmig angeschwollenen Samenstrange sitzt. Dieser Funiculus besteht aus einem sehr lückigen, dünnwandigen Parenchym, das reichlich kleine Stärkekörnchen enthält. Das Funicularbündel liegt stark excentrisch (Fig. 4, ×).

Das Integument wächst bei weiterer Entwicklung zunächst hauptsächlich in tangentialer Richtung, und findet bald nach der Befruchtung fast in allen Zellen lebhafte Teilung — Bildung von Radialwänden — statt. Späterhin entstehen auch Tangentialwände und die Zellen vergröfsern sich, so dafs die junge Samenschale alsdann etwa 20 Zellschichten dick wird. Die Epidermis des Integumentes differenziert sich frühzeitig. Die anfangs im Querschnitt quadratischen Zellen strecken sich in radialer Richtung palissadenartig, besonders stark bei ×, Fig. 5. Späterhin entstehen aus der subepidermalen Zellschicht eigentümliche, im Querschnitt der Samenschale I-förmig erscheinende Zellen (*tz*, Fig. 14). In diesem Stadium der Entwicklung enthält das auf diese I-Zellenschicht folgende Parenchym reichlich feinkörnige Stärke. Dieselbe wird jedoch bald wieder verbraucht, und zwar hauptsächlich zur Verdickung der Wände der Palissadenepidermis. Die Schicht 5 (Fig. 14) figuriert also als „Nährschicht“ (Angew. Anatomie S. 459), als ein transitorisches Speichergewebe. Je weiter nämlich die Verdickung der Wände der Palissadenepidermis fortschreitet, um so mehr wird das Parenchym der inneren Samenschale entleert (Fig. 14). Schliefslich wird die ganze Schicht zusammengedrückt. Beim trockenreifen Samen ist Schicht 5 vollständig obliteriert (Fig. 11,5. *N*). Diese Obliteration, die in den innersten Schichten beginnt und dort auch bisweilen von einer schleimigen Degeneration begleitet wird, erfolgt in zwei Phasen. Die erste Phase schliefst mit der Grünreife des Samens. In dieser ist die Obliteration Folge des Heranwachsens des Samenkernes: der Samenkern prefst sich an die Schale an. Die zweite Phase schliefst mit vollendeter Trockenreife. In dieser wird durch das Schrumpfen der Schale diese passiv gegen den Samenkern gedrückt. Fig. 14 zeigt die Samenschale eines unreifen Samens mit entleerter, aber noch nicht obliterierter Nährschicht (vor erlangter Grünreife), Fig. 11 die Samenschale eines trockenreifen Samens mit entleerter und obliterierter Nährschicht. Nur in den äufseren Schichten der Nährschicht erfolgt eine nachträgliche Membranverdickung, die mittleren und inneren bleiben dünnwandig. Von der Fläche betrachtet erscheint das Gewebe der Nährschicht stark lückig (Fig. 12,5), wie ein Schwammparenchym. In der Nährschicht, die übrigens mit der Quellung des Samens gelegentlich der Keimung nichts zu thun hat, verläuft auch das Raphebündel (*Ra*, Fig. 4, 6a, 7, 20 u. 21), welches ziemlich viele Spiralgefäfse führt, um $^2/_3$ des Samenumfanges herum (Fig. 7). Die Nährschicht bildet auch die charakteristische Tasche (*ta*, Fig. 6a), in welcher die Radicula steckt (Fig. 6a u. 9). Diese Tasche kommt dadurch zu stande, dafs der schon bei dem Ovulum sichtbare Zapfen (*y*, Fig. 5) erhalten bleibt und sich zwischen den nach der Mikropyle gerichteten vorderen Teil des Embryosackes (*z*, Fig. 5), in dem die Radicula sich bildet, und den hinteren, in dem die Kotyledonen entstehen, einschiebt.

In dem mit *ta* (Fig. 9) bezeichneten Teile dieser Tasche obliterieren die Zellen der Nährschicht für gewöhnlich nicht oder doch nur in der inneren Partie.

Die der Nährschicht aufsen aufgelagerte einreihige Zellschicht wird von den I-Zellen (Träger-, Sanduhr-, Säulen-, Spulen-Zellen) gebildet, die sehr frühzeitig ihre definitive Ausbildung erhalten und deren eigenartige Form darauf deutet, dafs sie auf radialen Druck konstruiert sind (Fig. 11, 14, *tz*, 4). (Zu tragen haben sie nichts.) Sie sind auf der Aufsen- und Innenseite verbreitert und in der Mitte eingeschnürt. Diese Form bedingt es, dafs sie mehr oder weniger grofse Intercellularen zwischen sich lassen. Ihre Form ist bald eine regelmäfsige, bald zeigen sie Unregelmäfsigkeiten. Von der Fläche betrachtet, bieten sie das in Fig. 12, 4 dargestellte Bild: Die äquatoriale Einschnürung erscheint wie eine kleinere in der gröfseren eingeschlossene Zelle. Die Innen- und Aufsenwände zeigen bisweilen eine zarte Tüpfelung (×, Fig. 14).

Die äufsere Schicht der Samenschale wird von einer eigenartigen Epidermis palissadenartig gestreckter Zellen gebildet. Diese Palissadenschicht (Malpighi'sche Schicht, Prismenschicht, Carapace, Sclereidenschicht, Hartschicht, Fig. 11 u. 14, *p*) besteht aus stark radialgestreckten Sclereiden, die einen rundlichen Querschnitt besitzen (Fig. 12, 1 u. 3). Die ganze Schicht ist aufsen von einer Kutieula bedeckt (*cut*, Fig. 11). Die Wand der Palissadensclereiden ist bis gegen die Basis hin ziemlich stark verdickt und besteht aus 5—11 nebeneinander laufenden, in sehr steiler, linksschiefer Spirale gedrehten Längsleisten. Betrachtet man daher die Samenschalenepidermis von aufsen, auf einem Flächenschnitt, so erhält man bei Einstellung auf die Mitte der Zellen das in Fig. 12, 2 dargestellte Bild, welches bei weehselnder Einstellung infolge des Umstandes, dafs die Leisten nicht genau vertikal stehen, sondern schwach linksschief gekrümmt sind, etwas weehselt, bei niederer Einstellung nach rechts, bei höherer nach links verschoben wird. Stellt man die Oberfläche ein, so sieht man die Zellgrenzen (Fig. 12, 1), stellt man dagegen auf die Basis ein oder betrachtet die Palissadenepidermis von der Innenfläche, so erhält man das in Fig. 12, 3 dargestellte Bild. An der Basis erweitert sich nämlich das Lumen (Fig. 11, 3), nachdem unmittelbar bevor diese Erweiterung eintritt, eine starke Verengerung erfolgt ist. Das Lichtbrechungsvermögen der Membran der Palissaden ist nicht in der ganzen Kontinuität der Zelle das gleiche, vielmehr sieht man unmittelbar unter der Kuticula eine bedeutend hellere Zone, die das Licht also stärker durchläfst. Diese sog. „Lichtlinie" (*Ll* in Fig. 11), besser wohl „Lichtzone", die übrigens bisweilen auch etwas weiter nach innen zu liegt, grenzt unmittelbar und zwar ziemlich unvermittelt an eine erheblich dunklere Partie, die ebenfalls nicht selten als Querzone erscheint, deren innere Grenze sich aber lange nicht so scharf abhebt, wie die innere Grenze der „Lichtlinie". Diese optische Erscheinung scheint auf Verschiedenheiten in der inneren Struktur zu beruhen, denn es lassen sich in den einzelnen Zonen keine Verschiedenheiten im Wassergehalte nachweisen. Immerhin scheint die Lichtlinie auch mit einer Verschiedenheit im Chemismus der Membran zusammenzuhängen. Läfst man nämlich zu einem Querschnitte Chlorzinkjod zufliefsen, so färben sich zunächst nur die inneren Partien der Palissaden bis etwa zur Hälfte zinnoberrot, die Partie, wo die Lichtlinie liegt, bleibt zunächst ungefärbt. Und auch später noch, wenn die letztere sich gebläut hat, zeigt die innere Hälfte einen mehr violetten Farbenton. Ebenso bleibt die Partie der Lichtlinie nach Zusatz von Jod und Jod-Schwefelsäure zunächst fast ganz ungefärbt. Eine Lichtlinie findet sich bei den Palissadensclereiden sehr vieler Leguminosen.

An der Stelle, wo der an der Anheftungsstelle keulig verbreiterte Funiculus mit der Samenschale verwachsen ist und zwar unmittelbar neben der Eintrittsstelle des Funicularbez. Raphebündels in die Samenschale (Fig. 4 u. 6, ×), zwischen dieser Stelle und der Spitze der Radicula erfährt die Palissadenepidermis und das darunter liegende Gewebe eine andere Ausbildung. Man findet nämlich hier die Palissadenschicht zweischichtig (Fig. 16 u. 20, $p_,$ u. $p_{,,}$). An einer ca. 3 mm langen Strecke ist der inneren oder Hauptpalissadenreihe eine zweite Nebenpalissadenreihe aufgelagert (die äufsere Palissadenschicht $p_,$ geht aus dem Funiculargewebe hervor). Alsdann weichen in der Mediane die beiden Schichten spaltartig auseinander (*x*, Fig. 16), so dafs hier auf der Strecke von ca. 3 mm ein schmaler Längsspalt entsteht (Fig. 1, *nsp*), und endlich bildet sich unterhalb dieses Spaltes durch nachträgliche Veränderung des Gewebes der Nährschicht ein sehr eigenartiges Gewebe spiralig verdickter oder getüpfelter Tracheiden aus (*Tri*, Fig. 16 u. 20). Diese Tracheiden sind kurz und radial gestreckt (Fig. 16, 17 u. 20), ihr Querschnitt, den man natürlich auf Flächenschnitten durch die betreffende Samenschalenpartie sieht, erscheint etwas gestreckt (Fig. 18). Mit dem Raphebündel hat diese Tracheideninsel nichts zu thun. Das Raphebündel tritt vielmehr ganz unabhängig von demselben erst in einiger Entfernung davon in die Samenschale ein (*Ra*, Fig. 20). An der Stelle seines Eintrittes, der sich auch äufserlich am Samen als ein kleiner dunkler Höcker markiert, hängt noch bisweilen ein kleiner Rest des Funiculus dem Samen an (*fun*, Fig. 20). Die oben erwähnte Spalte ist am Samen, besonders dem eingequollenen, auch äufserlich deutlich sichtbar (*z*, Fig. 1), da sie ein gestrecktes Oval in der Mitte halbiert. In diesem Oval ist die Palissadenschicht doppelt. Auf der der Eintrittsstelle des Raphebündels (*y*, Fig. 1) entgegengesetzten Seite der Spalte resp. des Ovals erblickt man ein kleines elliptisches Loch, welches schon am Samen äufserlich sichtbar ist (×, Fig. 1), aber ganz besonders auf Flächenschnitten durch die betreffende Partie klar hervortritt. Es liegt in der direkten Fortsetzung der Spalte und entsteht dadurch, dafs die Palissadenepidermis hier ziemlich weit auseinanderweicht und unter der Öffnung eine Höhlung entsteht. Diese Höhlung (*Lü*, Fig. 16a) reicht ein Stück weit in die Nährschicht hinein. Diese Öffnung (×, Fig. 1, 7 u. 9) als Chalaza anzusprechen liegt kein Grund vor, denn das Raphebündel, welches einen grofsen Teil des Samens umzieht (*Ra*, Fig. 7), reicht niemals bis hierher (Fig. 7). Eine Chalaza ist bei der Erbse überhaupt nie deutlich entwiekelt. Das Tracheidengewebe unter dem

Spalt kann man noch weniger als Raphe betrachten, denn es steht ja, wie oben gezeigt, in gar keiner Beziehung zum Funicular- bez. Raphebündel (Fig. 20). Dagegen muss man den kleinen Höcker-, der den Eintritt des Raphebündels markiert (*y*, Fig. 1 u. 7), als Hilum (Nabel) oder richtiger vielleicht noch als Nabelgrund (Omphalodium) bezeichnen.

Als was sind nun der Spalt und das Loch zu betrachten? Es sind Bildungen sui generis. Ich nenne die Spalte „Nabelspalte", da sie am Hilum entsteht. Das Tracheidengewebe unter der Spalte, das ganz an das Gewebe der Luftwurzeln der Orchideen erinnert, deutet auf eine Beziehung zur Wasseraufnahme. Stellt man vergleichende Quellungsversuche mit gewöhnlichen Samen und solchen an, deren Nabelspalte durch einen Lacküberzug verschlossen ist, so zeigt es sich, dafs letztere etwas langsamer quellen und keimen als die normalen Samen. Wenn man den Begriff Hilum so weit fassen will, dafs unter ihm die ganze Stelle des Samens, an der sich derselbe vom Funiculus ablöste, verstanden wird, so wäre die Nabelspalte als ein Teil des Hilums zu betrachten. Fafst man die Lage der Nabelspalte und der oben erwähnten Öffnung näher ins Auge, so sieht man, dafs erstere ihr Tracheidengewebe in der Nährschicht eingebettet zeigt und letztere ebenfalls zur Nährschicht führt, diese aber sich direkt in das Gewebe der Radiculartasche (*ta*, Fig. 9) fortsetzt, die ja, wie oben gezeigt, ebenfalls von der Nährschicht gebildet wird. Daraus scheint hervorzugehen, dass Nabelspalte und Öffnung den Zweck haben, beim Beginn der Keimung in den allerersten Stadien derselben in erster Linie der Radicula rasch Wasser zuzuführen. In der That ist denn auch bei der Erbse die erste Äufserung der Keimungsthätigkeit ein Hervorbrechen der Radicula. Erst wenn diese eine gewisse Länge erreicht und den Samen im Boden befestigt hat, tritt auch die Plumula heraus (Fig. 10). Übrigens sei noch erwähnt, dafs die I-Zellenschicht an der Nabelspalte fehlt (Fig. 16) und auch rings um die Nabelöffnung nicht ausgebildet wird (Fig. 16a). Auch am Hilum im engeren Sinne fehlt sie (Fig. 20). Der Grund, warum unter der Nabelspalte ein derbes Tracheidengewebe und nicht Parenchym liegt, ist wohl darin zu suchen, dafs ersteres ebenso gut, wenn nicht besser wasserleitend ist und dabei eindringenden Pilzen einen viel kräftigeren Widerstand entgegensetzt. Ich habe Pilzhyphen oft in der Spalte gefunden, nie in der Tracheideninsel. Die Öffnung (×, Fig. 1, 7, 9 und Fig. 16a) scheint der Mikropyle zu entsprechen, wäre also als Mundnarbe (Cicatricula) zu bezeichnen. Nicht unerwähnt darf jedoch bleiben, dafs die Samen die Hauptmenge des Wassers durch die übrige Samenschale und nicht durch Nabelspalte und Micropylaröffnung aufnehmen und auch nach Verschlufs dieser Öffnungen keimen. Einen wesentlichen Einflufs auf die Wasseraufnahme besitzen die beiden Öffnungen also nicht.

Das Raphebündel tritt, wie bereits erwähnt, neben der Nabelspalte in die Samenschale ein (Fig. 20) und läuft alsdann in der Nährschicht, dem inneren Rande derselben genähert, um dreiviertel des Samens herum (Fig. 4, 7 u. 6), bis gegen die Anheftungsstelle der Radicula, von der das meist pinselartig auseinander gezogene Bündelende (*Ra*, Fig. 1) etwa 4 mm entfernt ist. Auf Querschnitten tritt das Raphebündel als ziemlich breites Band deutlich hervor (*Ra*, Fig. 21). Noch deutlicher aber läfst es sich verfolgen, wenn man die Samenschale ablöst und mit Chloral aufhellt. Am trocknen Samen ist es deshalb nicht deutlich, weil es gerade an der Berührungsstelle der beiden Kotyledonen liegt.

Der Samenkern besteht fast nur aus den beiden dickfleischigen Kotyledonen (*cot*, Fig. 2 u. 3), der Radicula (*rad*, Fig. 1, 2, 3 u. 9) und Plumula (*pl*, Fig. 2 u. 9).

Die Zellen der äufsersten Reihe des Kotyledonargewebes sind im Querschnitte meist quadratisch (Fig. 11, 6), in der Flächenansicht gestreckt und oft zu Gruppen vereinigt (Fig. 13, 6). Die Aufsenwand der Zellen ist oft verdickt. Sie enthalten reichlich Plasma.

Die Kotyledonen sind dick und fleischig beim frischen oder eingequollenen Samen, hornartig hart beim trockenen. Die Membranen der Zellen sind ziemlich dünnwandig (Fig. 11 u. 19a) und getüpfelt. Die zarten Tüpfel (*Tü*, Fig. 11 u. 19a) sieht man auf dem Querschnitte undeutlich, besser auf der Flächenansicht. Die Ecken sind kaum kollenchymatisch verdickt, beim unreifen Samen stärker sichtbar als beim reifen und in den äufseren Schichten deutlicher als in den inneren; immer liegen dort Intercellularen, die in den äufseren Zellschichten kleiner sind als in den inneren (Fig. 11 u. 19a), wo sie oft erhebliche Dimensionen erreichen und rhombisch werden, sich aber schmal spaltenförmig meist nicht auf die übrige Wand fortsetzen, so dafs zwischen den Zellen an den breiten Membranflächen, mit denen die Zellen aneinander grenzen, keine schmalen luftführenden Intercellularspalten zu liegen pflegen, wie dies bei der Bohne häufig der Fall ist, welche auch dickere und derber getüpfelte Wände besitzt. Die Dicke der Wand beträgt bei der Erbse ca. 4, bei der Bohne bis 8 mik. Wohl aber erreichen die Intercellularen bei der Erbse oft eine sehr erhebliche Gröfse und auch ihre Zahl ist meist sehr grofs. Durchzogen wird das Gewebe von derben Prokambiumsträngen, die auf dem Querschnitt eine sich an die Ecken anlegende gekrümmte Linie bilden (Fig. 3, *proc*).

Der Inhalt der Kotyledonarzellen besteht aus Stärke, Aleuron und Ölplasma. Die äufseren Zellschichten sind reicher an Eiweifssubstanzen und ärmer an Stärke. Die Stärkekörner (Fig. 19 u. 19a) sind im Typus rundlich und oftmals mit zahlreichen wulstigen Austreibungen versehen. Die Schichtung ist entweder gar nicht oder in allen Zonen deutlich zu sehen. Der Spalt fehlt oder erscheint, wenn vorhanden, nicht schwarz (luftführend) oder ist nur schwach entwickelt, nie bizarr verzweigt. Querspalten sind nicht selten, Radialrisse, die Schichten von aufsen durchsetzend, häufig. Als Nebenform kommen Körner mit Längsspalt und mehr gestreckte, auch ganz kleine rundliche Formen vor. Die Form der Stärkekörner ist durchaus charakteristisch und erlaubt es Erbsen- und Bohnenmehl auf das Bestimmteste zu unterscheiden, wie mich hunderte von Beobachtungen lehrten. Der Längsdurchmesser beträgt im Mittel von sehr zahlreichen Messungen bei den gröfseren 30,

40, ja 46 mik, selten bis 55 (oder gar 65) mik, der Querdurchmesser 20—35 mik. Der Längsdurchmesser der gröfsten Körner ist gröfser als der gröfsten der Bohne. Bei der Keimung erfolgt die Auflösung der Stärke entweder durch unregelmäfsiges Abschmelzen von aufsen (der gewöhnliche Fall) oder durch Spalt- und Höhlenbildung im Innern (Taf. 48, Fig. 11).

Die Aleuronkörner sind in ein sich gleichmäfsig mit Osmiumsäure bräunendes Ölplasma eingebettet (Fig. 19 a). Sie sind von sehr verschiedener Gestalt, bald rundlich, bald länglich und etwa 2—3,5 mik grofs. Da sie durch Wasser verändert werden, kann man ihre Form nur an Präparaten studieren, die entweder in Öl oder in Osmiumsäure liegen.

Neben Aleuron, Ölplasma und Stärke enthalten die Zellen auch noch sehr kleine lappige Chromatophoren. Im unreifen Samen sind dieselben grün und enthalten Chlorophyll. Beim Reifungsprozefs werden dieselben allmählich gelb, doch bleiben sie grün bei allen grünen Erbsensorten.

Die schon äufserlich sichtbare Radicula ist kegelförmig (Fig. 1, 2 u. 9), im Querschnitt oval und besteht aus einem zarten Parenchym. Sie führt einen ziemlich im Centrum gelegenen Kranz kleiner Prokambiumstränge (Fig. 15, *proc*), die beim Keimen zu Bündeln werden. Der Inhalt der Zellen besteht aus zahlreichen, sehr kleinen Aleuronkörnern, die in ein Ölplasma eingebettet sind; daneben findet sich ein Zellkern (Fig. 15, *Ke*) und da und dort, besonders in den oberen Teilen, feine transitorische Stärke, die sich beim Keimen rasch vermehrt.

Die Plumula liegt im Innern des Samens versteckt, wird aber sofort sichtbar, sobald man den Samen längs durchschneidet, halbiert (Fig. 2). An ihr sind an der Spitze des kurzen Stengelteiles der Vegetationspunkt (*vgt*, Fig. 8 u. 9) und diesen umgebend eine ziemliche Zahl spiralig angeordneter junger Blattanlagen sichtbar (*bl*, Fig. 8 u. 9). Der Inhalt der Zellen ist der gleiche wie bei der Radicula.

Beim Keimen, welches stets hypogä erfolgt (Fig. 10), streckt sich der Stengelteil stark (Fig. 10).

Erbsenmehl.

Erbsenstärke wird fabrikmäfsig nicht dargestellt, wohl aber Erbsenmehl durch Vermahlen der von den Schalen befreiten Samen. In der That findet man in dem Erbsenmehl des Handels (z. B. in Knorr's Erbsenmehl) so gut wie keine Reste der Samenschale, wohl aber reichlich Membranfetzen der Kotyledonen, sowohl der äufseren als der inneren Schichten neben Aleuron und Stärke, die die Hauptmasse bilden.

Leguminosenmehl bez. Leguminosenstärke (namentlich von Erbse und Bohne) sind auch enthalten in der Revalenta, Warton's Ervalenta, Revalenta arabica, Revalescière du Bary, Nevill's patent flour of Lentill's, Habrosyne, Buttler & M'Collochs prepared Lentil-powder, Gardiner's Alimentary preparation, Perolle's Grains de beauté. Die Stärke ist in diesen bald intakt erhalten, bald verkleistert, letzteres z. B. in Liebe's Leguminose in löslicher Form und Gehe's trockenem Leguminosenextrakt, nicht in Knorr's „gekochtem" Erbsenmehl.

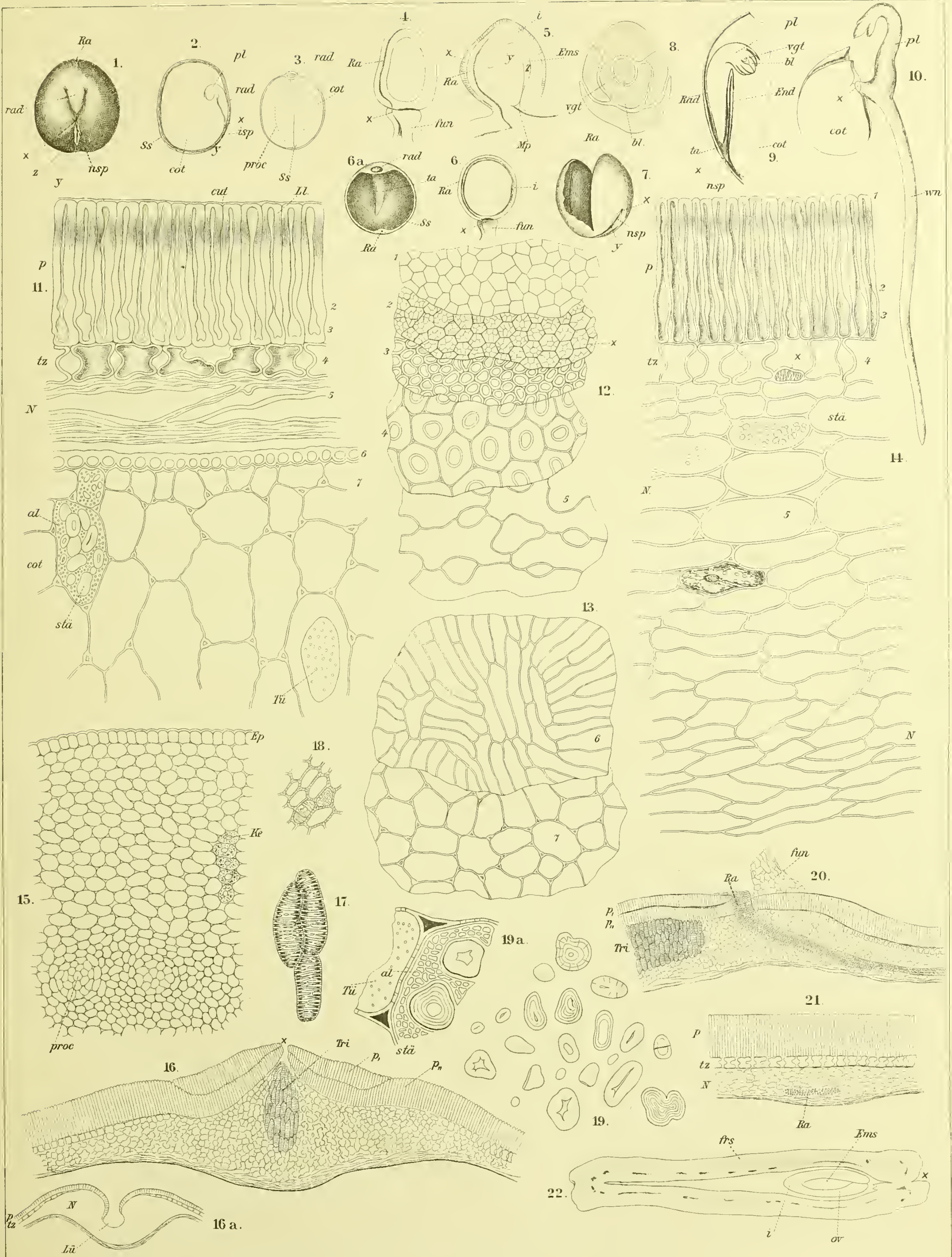
Erbse und Bohne kann leicht an der Stärke unterschieden werden: Wulstige Formen fehlen der Bohne stets so gut wie ganz.

Tafel 47.

Erklärung der Abbildungen.

Pisum sativum L.

Fig. 1. Samen von aufsen betrachtet. *nsp* Nabelspalte, × Mikropylaröffnung, *y* Hilum.
„ 2. Same, längs durchschnitten.
„ 3. Same, quer durchschnitten.
„ 4. Ganz junger Same, längs durchschnitten.
„ 5. Ovulum, längs durchschnitten.
„ 6. Etwas älterer Same als in Fig. 4 dargestellt. Die Abrundung des anfangs oval-gestreckten Samens ist bereits erfolgt.
„ 6a. Samenschale des grünreifen Samens abgezogen und quer durchschnitten, so dafs die eine Hälfte sichtbar ist. *ta* Tasche der Radicula.
„ 7. Samenschale des trockenreifen Samens abgezogen. *Ra*, Raphe. Bezeichnungen wie in Fig. 1.
„ 8. Plumula, quer durchschnitten.
„ 9. Längsschnitt durch den Keimling.
„ 10. Gekeimter Same; der eine Kotyledon ist bei × abgeschnitten.
„ 11. Querschnitt durch die Randschicht des trockenreifen Samens. *p* Palissadenepidermis, *tz* I-Zellen. Die Nährschicht (*N*) ist obliteriert.
Fig. 12. Succedane Flächenschnitte durch die Schichten der Samenschale. Die kleinen Zahlen in Fig. 11, 12, 13 u. 14 bezeichnen die korrespondierenden Gewebe.
„ 13. Flächenschnitte durch die Kotyledonen.
„ 14. Querschnitt durch die Samenschale vor der Grünreife. Die Nährschicht (*N*) ist noch nicht zusammengefallen.
„ 15. Querschnitt durch die Radicula, Segment.
„ 16. Querschnitt durch die Nabelspalte (×) mit der Insel trachealer Zellen (*Tri*).
„ 16a. Querschnitt durch dio Micropylaröffnung (×, Fig. 1 u. 7).
„ 17. Einzelne Zellen der Tracheidengruppe (*Tri*, Fig. 16) in der Längsansicht.
„ 18. Dieselben im Querschnitt (aus einem tangentialen Längsschnitt durch die Samenschale).
„ 19. Stärkekörner aus den Kotyledonen.
„ 19a. Randpartie aus einer Kotyledonarzelle. *al* Aleuron, in Ölplasma eingebettet.
„ 20. Längsschnitt durch die Nabelspalte, das Hilum und die Raphe in der Richtung *Ra—y* (Fig. 1).
„ 21. Querschnitt durch die Samenschale mit dem Raphebündel.
„ 22. Querschnitt durch den Fruchtknoten (mit einem Ovulum).



Lith. Anst. v. C. Kirst, Leipzig.

Phaseolus.

Bohne, Beans.

Die echte Bohne gehört zur Gattung Phaseolus L., von der namentlich die zwei Arten Phaseolus vulgaris Metzger (Koch, L.) und Phaseolus multiflorus Willd. (Ph. coccineus Lam.) gebaut werden. Die meisten Varietäten besitzt Ph. vulgaris (die gemeine Garten-, Schneide-, Stangen-, Zucker-, Vits-, Schmink-, Brech-, Busch-, Kriech-, Stock- oder Zwergbohne), von der über 120 gebaut werden. Man unterscheidet von ihr die Rassengruppen: Ph. vulgaris Savi, Ph. compressus Savi, Ph. gonospermus Savi, Ph. carinatus Martens, Ph. oblongus Savi und Ph. ellipticus Martens. Phaseolus multiflorus (die Feuer-, Pracht-, Strahl-, Kapuziner-, Türken- oder arabische Bohne) wird nur in etwa fünf Varietäten gebaut. Geringere Bedeutung besitzen: Phaseolus lunatus L., Ph. inamoenus L., Ph. Mungo L., Ph. Max L., Ph. Roxburghii Wight el Arnott und Ph. aconitifolius L. fil. Auch zu den echten Bohnen gehören die Gattung Soja Mönch, die Sojabohne, Dolichos L., die Langbohne, und Lablab Adans., die Lablabbohne. Alle diese gehören zur Abteilung der Phaseoleae.

Auch die Abteilung der Vicieae liefert einige Pflanzen, die als „Bohne" im gewöhnlichen Leben bezeichnet werden. So die Gattung Faba Tournef., von der Faba vulgaris Mönch (Vicia Faba L.), die Pferde-, Sau-, Futter-, Puff- oder Ackerbohne in einigen Varietäten gebaut wird.

Der Beschreibung sei Phaseolus multiflorus zu Grunde gelegt.

Die Samen von Phaseolus multiflorus sind sehr grofs und dick, meist deutlich nierenförmig, auf dem Rücken flach gewölbt, an den Enden stumpf abgerundet, an den Seiten zusammengedrückt, die Nabelspalte und ihr Hof sind ziemlich grofs (*nsp*, Fig. 1), 5—6 mm lang, lineal-länglich, die Spalte von einem hellen, schwammigen Gewebe bedeckt, die Mikropylaröffnung (×, Fig. 1) ist deutlich. Am Hilum resp. dem Omphalodium (Nabelgrund) dort wo das Funicularbündel in die Samenschwiele eindringt, sind zwei kleine Höcker (Zwillingshöcker, Fig. 1, *spt*) sichtbar, die man als Spermotylium (Samenschwiele) oder, da sie die Chalaza nicht bedeckt, besser als Strophiolum (Raphewucherung) bezeichnen kann, obwohl sie, wie wir alsbald sehen werden, mit dem Raphebündel nichts zu thun hat. Die Raphe beginnt bei den Zwillingshöckern. Die Spitze der Radicula steckt in einer kurzen Tasche an der Innenseite der Testa.

Die Samen gehen aus hemitropen Ovulis (Fig. 13) hervor. Dieselben haben ein dickes äufseres Integument (Fig. 13, *ia*; Fig. 12, 1—5) und ein aus einer einzigen niedrigen Zellschicht bestehendes inneres, dem eine Schicht hoher Zellen innen aufgelagert ist, die sich ziemlich kräftig gegen die vorhergehende Zellreihe abgrenzt und die ich für die Randschicht des Nucellus halte. Die Entwicklung der Eihüllen zur Samenschale geht in der Weise vor sich, dafs zunächst die Epidermis des äufseren Integumentes (Fig. 12, 1) sich streckt und Radialteilungen erfährt: zur Palissadenschicht (Fig. 7, *p*) wird, die unter der Epidermis liegende Zellreihe (Fig. 12, 2) klein bleibt und zur I-Zellenschicht wird (Fig. 7, 2) und aus den Schichten 3—5 des äufseren Integumentes (Fig. 12) durch fortgesetzte Teilungen, besonders in den inneren Partien, ein dreischichtiges, reichdurchlüftetes Gewebe entsteht (Fig. 7, 3—5). Das einschichtige innere Integument (Fig. 12, 6) obliteriert zu einer braunen Haut (Fig. 7, 6) und auch der Nucellarrest (das Perisperm) obliteriert bez. verschleimt oft, doch keineswegs immer. Vielmehr kann man ihn noch häufig als eine einreihige Schicht gröfserer Zellen an der inneren Grenze der Samenschale wahrnehmen (Fig. 7, 7). Auch auf Flächenschnitten ist er bisweilen noch zu sehen (Fig. 8, 7), für gewöhnlich freilich findet man hier nur ein wirres Geflecht von zarten Fäden: die Zellen sind obliteriert. In der Tasche jedoch, in welcher die Spitze der Radicula beim reifen Samen steckt, ist aus dem Nucellarreste ein mehrschichtiges Gewebe verschleimter Zellen geworden, welches die Tasche auskleidet. Die Zellen sind hier oft gestreckt, fädig und dickwandig. Die ganze, oft vielreihige Schicht, die bisweilen eine ziemliche Mächtigkeit erlangt, setzt sich unmittelbar an die „braune Haut", das frühere innere Integument an. Diese letztere Zellschicht scheint niemals gut erhalten zu bleiben. Die innerste der drei Parenchymschichten der Samenschale besteht aus kleinzelligem Sternparenchym (Fig. 7 u. 8, 5), die mittlere, in der das Raphebündel verläuft, aus stark tangential gestreckten und obliterierten Zellen — es ist die Nährschicht — (Fig. 7, 4), die äufsere aus grofszelligem Sternparenchym (Fig. 7 u. 8, 3), dessen Zellen oft verdickt sind und da und dort gelbe oder braune Gerbstoffklumpen führen (Fig. 7, ×). Dann folgt nach aufsen die I-Zellenschicht (Fig. 7, 2, *tz*). Die Zellen dieser Schicht sind 18,5—22,5 mik hoch und besitzen aufsen und innen relativ dünne Wände. Die Seitenwände sind jedoch in der Mitte stark verdickt, so dafs hier das Lumen spaltenförmig wird (Fig. 7, 2). In dem Lumen findet man meist ein oder zwei Oxalatkristalle, doch können dieselben auch fehlen. Auch die an die I-Zellenschicht angrenzende Partie des äufseren Sternparenchyms enthält bisweilen Kristalle. Intercellularen liegen zwischen den I-Zellen nicht. Die Palissadenschicht ist ein-

reihig und meist 70—90 mik hoch, doch erreichen die Palissaden an der Bauchseite des Samens gröfsere Höhen, 120 bis 130 mik. Ihre Breite beträgt 7,5—11,5 mik. Das Lumen ist spaltenförmig, nur gegen innen zu erweitert es sich erheblich (Fig. 8a u. 7, 1). Ihre Wand besteht aus einzelnen nebeneinander stehenden Leisten, so dafs sie von oben (aufsen) betrachtet das in Fig. 8, 1 dargestellte Bild geben. Die Wand ist dick, nur im innersten, erweiterten Teile der Zellen dünn (Fig. 8a). Sie ist entweder farblos, dann scheinen die braunen Gerbstoffklumpen der Schicht 3 durch und die Samenschale erscheint hellgelblich, oder sie ist gefärbt, und zwar gelb bis bräunlich — dann erscheint der Same mehr oder weniger bräunlich. An den Stellen, wo die Schale violette Flecke besitzt, enthält der Inhalt neben grofsen bräunlichen Chromatophoren (*chro*, Fig. 8a) einen violetten Farbstoff, der sich z. B. in Chloral mit roter Farbe löst. Die Lichtlinie (*Ll*, Fig. 7 u. 8a) liegt weit draufsen, nicht weit unter der Kuticula, bald derselben genähert, bald etwas von ihr entfernt, dann folgt ein dunkler Schatten und innen ist die Membran wieder heller. An der Mikropylaröffnung, die der Mikropyle entspricht, also als Mundnarbe (Cicatricula stomatis) zu bezeichnen wäre, weicht die Palissadenepidermis auseinander, in dem darunter liegenden Gewebe, dem äufseren Sternparenchym, bildet sich eine Höhlung ganz wie bei der Erbse (Taf. 47, Fig. 16a). Ich halte diese Öffnung für die Mundnarbe, weil ich bei Ervum (s. d.) noch die Mikropylarspalte an dieser Stelle sah. Der Bau der Nabelspalte (*nsp*, Fig. 1 u. 3) ist ganz ähnlich wie bei der Erbse (s. d.). Die Palissadenschicht ist hier doppelt ($p_{,}$ u. $p_{,,}$ Fig. 3), die äufsere Schicht geht aus dem Funiculargewebe hervor. Unter der Spalte liegt die reichgetüpfelte, innen und an den Seiten von einer Scheide dünnwandiger, stark gestreckter flacher Parenchymzellen umgebene Tracheideninsel (*Tri*, Fig. 3 u. 4), über der Spalte, und zwar so weit reichend als die Palissaden doppelt sind, liegt, aufsen als weisses Läppchen sichtbar, der Rest des Funiculus als Phoropodium (*fun*, Fig. 3 u. 4). Die äufseren Zellen sind obliteriert, die inneren, gegen die Nabelsspalte gerichteten, oft ziemlich erheblich verdickt und etwas radial gestreckt. An der Nabelspalte ist das äufsere Sternparenchym stark entwickelt und die Zellwände verdickt, das mittlere und innere Samenschalenparenchym stark reduziert. Unter der Doppelpalissadenschicht fehlt die I-Zellenreihe. Über der Nabelspalte aber, noch bedeckt vom Phoropodium, tritt das Raphebündel in die Samenschale ein (Fig. 4). Unmittelbar dahinter folgen dann die Zwillingshöcker (*spt*, Fig. 1). Dieselben entstehen dadurch, dafs sich Schicht 3 buckelig vorwölbt und die Palissadenschicht mit emporgehoben wird (Fig. 5). In dem Thälchen zwischen den Zwillingshöckern weichen die Palissaden an einer Stelle auseinander und es entsteht hier ein Spalt (×, Fig. 5). Unterhalb desselben ist das Gewebe farblos und die Zellen sind gegen die Raphe (*Ra*, Fig. 5) hin stark gestreckt (*y*, Fig. 5). Auch das benachbarte Gewebe zeigt starke Radialstreckung seiner Zellen soweit die Zwillingshöcker reichen, und alle Zellen sind aufserordentlich stark verdickt. Die Zellen führen hier reichlich Gerbstoff, und oft sieht man im Lumen einen gelben bis braunen gestreiften Sack liegen, der ganz an die bekannten Bildungen bei Ceratonia Siliqua erinnert. Auch in der nächsten Umgebung des strahligen Höckergewebes finden sich reichlich Gerbstoffzellen. Ganz besonders aber ist das die Raphe umgebende Gewebe reich daran: es erscheint tief braun gefärbt. Auch an dieser Stelle ist die äufsere Sternparenchymschicht sehr stark entwickelt, die innere reduziert. In der Umgebung der Zwillingshöcker beträgt die Dicke der Samenschale ca. 1 mm, während sie sonst 0,5 mm kaum überschreitet. Etwas weiter nach oben markiert sich noch die Stelle, wo die Raphe liegt, durch eine äufsere Erhebung (×, Fig. 6), dann verschwindet auch diese und die Raphe ist äufserlich nicht mehr sichtbar. Sie tritt, da der Innenseite der Testa stark genähert, besonders beim trockenen Samen, auf der Innenfläche der Samenschale deutlich hervor. Sie führt Spiralgefäfse.

Der Samenkern besteht aus den grossen, dickfleischigen Kotyledonen (*cot*, Fig. 2), die besonders auf der Berührungsseite eine glänzende Oberfläche besitzen, im Querschnitt plankonvex sind und oben an der Stelle, wo die Radicula ansitzt, in einen breiten Lappen (*la*, Fig. 2, 14 u. 15) auslaufen, aus dem die Radicula herausragt. Die Radicula ist dick und fleischig. Ihre Spitze steckt in einer Tasche der Samenschale (s. o.). Die Plumula ist sehr grofs (*pl*, Fig. 15), mit deutlich ausgebildetem Stengel und ziemlich grofsen Blättern (*bl*, Fig. 15).

Die Kotyledonen sind von einer einreihigen Epidermis (Fig. 7, 8) bedeckt, deren Zellen aufsen stark verdickte Membranen besitzen und reich an Eiweifssubstanzen sind, deren Natur von der jener Eiweifskörper, die im übrigen Gewebe vorkommen, abweicht. Stärke fehlt ihnen. Von der Fläche gesehen (Fig. 8, 8), erscheinen sie an der Aufsenseite der Kotyledonen polyedrisch-isodiametrisch; an der glänzenden Innenseite, d. h. dort, wo sich die Kotyledonen berühren, sind sie mehr gestreckt und gleichen dort den entsprechenden Zellen der Erbse (s. d.). Auch hier sind sie oft zu Gruppen vereinigt. Das Gewebe der Kotyledonen ist sehr derbwandig (Unterschied von der Erbse), die Membranen der Zellen sind grob getüpfelt (Fig. 7, 9 u. 9). Die grofsen Tüpfel sind sowohl auf Querschnitten durch die Membran wie auf Flächenansichten (Fig. 9, *Tü*) gut zu sehen. In den äufseren Partien sind die Wandungen dünner als in den inneren. Grofse Intercellularen sind nicht eben häufig, kleinere, dreieckige häufig; an den Berührungsflächen der Zellen findet man oft sehr zarte, luftführende Spalten. Erfüllt sind die Zellen, von denen jede einen Zellkern führt, mit Ölplasma, Aleuronkörnern und Stärke (Fig. 7 u. 9), ganz analog wie bei der Erbse (s. d.).

Die Stärkekörner (Fig. 10) sind im Typus bohnenförmig, langgestreckt oder elliptisch. Meist ist ein starker, (weil luftführend) schwarz erscheinender, meist vielfach bizarr verzweigter Längsspalt, selten ein Querspalt vorhanden. Die Schichtung ist meist deutlich. Als Nebenform finden sich runde oder rundlich-eiförmige Körner mit Längsspalt, seltener dreieckige und kleine rundliche. Die Länge der grofsen Körner beträgt meist 20—40 mik, sie steigt aber bis 55 mik. Der

Querdurchmesser beträgt meist 8 — 30 mik und steigt bis 35 mik.

Durchzogen wird das Kotyledonargewebe von derben Prokambiumsträngen (*proc*, Fig. 9), die ähnlich wie bei der Erbse (s. d.) angeordnet sind, aber bisweilen auch schon vor Eintritt der Keimung Gefäfse führen.

Bei der Keimung, die hypogä erfolgt, werden die Stärkekörner ähnlich wie bei der Erbse aufgelöst (Fig. 11).

Die Samen von Phaseolus vulgaris gleichen im Bau im allgemeinen denen von Phaseolus multiflorus, doch besitzen die Zellen der I-Zellenschicht für gewöhnlich ein gröfseres rechteckiges, in der Mitte kaum eingeschnürtes Lumen und enthalten stets einen oder mehrere gröfsere Kristalle bezw. Zwillinge (bei Phaseolus multiflorus sind die Kristalle meist sehr klein). Auch sind die Schichten 3 — 5 oft stark (nährschichtartig) obliteriert, die Palissadenschicht pflegt niedriger zu sein (bis 52 mik). Vergl. auch Taf. 49.

Bohnenmehl.

Für das Bohnenmehl sind die Stärkekörner charakteristisch. Auch in ihm findet man Samenschalenreste selten, wohl aber reichlich Membranfetzen des Kotyledonargewebes. Es ist vom Erbsenmehl sowohl durch die Stärkekörner, wie die viel dickeren und reicher getüpfelten Membranen des Kotyledonargewebes zu unterscheiden. (Bezüglich der Leguminosenmehle siehe unter Erbse.)

Ervum.

Linse, Lentils.

Die Samen der Linse, Ervum Lens L. (Lens esculenta Mönch., Cicer Lens Willd., Lathyrus Lens Peterm.), einer mit Vicia nahe verwandten, in wenigen Varietäten gebauten Viciee, sind linsenförmig (Fig. 16 u. 17), mindestens doppelt so lang als dick. Gewöhnlich einfarbig, gelblichbraun, bisweilen auch dunkel oder gefleckt.

Die Epidermis der Samenschale besteht aus den bekannten Palissadensclereiden (Fig. 19, *p*, 1 u. 19a). Dieselben sind 45—55 mik hoch. Bei der Nabelspalte (Fig. 21) ist die Palissadenschicht doppelt. Das oben enge, aber nicht eigentlich spaltenförmige Lumen der Palissaden erweitert sich nach unten (Fig. 19a). Die Wand ist bald farblos, bald führt sie Pigment. Sie besteht wie bei den übrigen Leguminosensamen in ihrem verdickten Teile aus Längsleisten, so dafs die Zellen, von oben betrachtet, das in Fig. 22, 1 dargestellte Bild geben. Im Inhalt findet man Chromatophoren und bei den dunklen Arten einen violetten Farbstoff. Jede Palissadensclereide läuft in eine kegelförmige, oft gelblich gefärbte Spitze aus. Über der Kegelspitze erhebt sich die Kuticula in Zapfenform. Läfst man Schwefelsäure zerfliefsen, so löst sich die Kuticula samt den Zapfen ab (Fig. 19a, rechts). Von oben betrachtet erscheinen die Zapfen natürlich als kleine Kreise (Fig. 22, *cut*). Die Lichtlinie (*Ll* in Fig. 19 u. 19a) liegt ziemlich weit draufsen und wird namentlich dadurch sehr deutlich, dafs innerhalb derselben ein dunkles Querband (×, Fig. 19a) läuft, das bisweilen fast wie eine Querspalte aussieht. Läfst man vorsichtig Chlorzinkjod zufliefsen, so färben sich zunächst nur die inneren Partien bis zu diesem Querbande blau.

Die I-Zellenschicht (Fig. 19, 2) ist reich an Intercellularen und führt körnigen Inhalt. Die Zellen sind ziemlich unregelmäfsig, bald breit, bald schmal, bald rechteckig, bald innen oder aufsen erweitert, daher variiert auch die Flächenansicht (Fig. 22, 2). Nur an der Grenze der Nabelspalte nehmen die Zellen I-Form an (Fig. 21, 2 u. ×). Hier sind sie auch ziemlich hoch, oft fast so hoch als die Palissaden. Unter den Doppelpalissaden fehlen sie ganz.

Die dann folgende Schicht ist ein dünnwandiges Parenchym (Fig. 19, 3). Die tangential-gestreckten Zellen zeigen oft Netzleistenverdickungen, führen bei den grünen Varietäten Chlorophyllkörper und sind oft mehr oder weniger obliteriert. Letzteres ist sehr erheblich der Fall bei der innersten Schicht (Fig. 19, 4), deren Zellen sehr stark zusammengefallen sind. Sie bildet die eigentliche Nährschicht (Angew. Anatomie S. 459) und ist keineswegs ein Endospermrest, wie schon die sie nach innen zu abschliefsende Kuticula zeigt. Die sekundären Membranen der Zellen dieser Schicht zeigen oft starke Verschleimung (Schleimmembranen). Am besten ist die Schicht am Nabelspalt erhalten. Dort liegt unter der Spalte die Tracheideninsel (*Tri*, Fig. 21), umgeben von einer Scheide dünnwandiger Zellen. Die Schicht 3 wird hier dickwandig und die Zellen runden sich ab.

Die Radicula steckt auch hier in einer vom Integumente erzeugten Tasche der Testa (Fig. 18), die hier oft reichlich Pigmentzellen führt. Hier war es mir möglich, noch am reifen Samen den Mikropylarspalt zu sehen (*z*, Fig. 18 u. 25), der von der Spitze der Radicula zu der Micropylaröffnung (×, Fig. 18, 24 u. 25) führte, die zwischen Nabelspalt (*nsp*) und Radicula liegt. Die Mikropylaröffnung ist mit blofsem Auge nicht sichtbar, wohl aber kann sie auf tangentialen Flächenschnitten als kleine elliptische Öffnung wahrgenommen werden (Fig. 24, ×). An der anderen Seite der Nabelspalte, aber auch hier ohne Verbindung mit ihr, tritt das Funi-

cularbündel in die Samenschale (Fig. 24, *Hi*) und läuft in der Schicht 3 in mehreren zarten Strängen um $^3/_4$ des Samens als Raphe (*Ra*, Fig. 18) herum.

An der Plumula (*Pl*, Fig. 18) sind zahlreiche Blattanlagen zu sehen.

Die Epidermis der Kotyledonen (Fig. 19 u. 23, 5) gleicht im allgemeinen der der Erbse (s. d.). Das Gewebe der Kotyledonen ist besonders in den äufseren Teilen sehr dünnwandig (Fig. 19 u. 23, 6), nach innen wird es etwas dickwandiger und zarte Tüpfel werden sichtbar (Fig. 23, 7). Die Zellen enthalten die gleichen Bestandteile wie bei der Erbse (s. d.): Ölplasma, Aleuron, Chromatophoren und Stärke.

Die Stärkekörner (Fig. 20) stehen zwischen denen der Erbse und denen der Bohne, nähern sich aber im Typus mehr der Erbse. Es sind zwar auch bohnenförmige mit bizarr verzweigtem Längsspalt vorhanden, aber noch mehr spaltfreie, rundliche Körner. Die Länge der grofsen beträgt 30—38 mik, der Durchschnitt 12—33 mik.

Tafel 48.

Erklärung der Abbildungen.

Phaseolus multiflorus.

Fig. 1—15a.

Fig. 1. Same von der Anheftungsseite betrachtet. *nsp* Nabelspalte, *spt* Zwillingshöcker (Strophiolum), × Micropylaröffnung (Micropyle, Cicatricula), *Ra* Raphe.

„ 2. Von der Samenschale befreiter Same, die Kotyledonen (*cot*) auseinandergespalten. *la* Kotyledonarlappen an der Radicula.

„ 3. Querschnitt durch die Nabelspalte mit der Tracheideninsel *Tri* (in der Richtung *a*–*a*, Fig. 1), *fun* Funicularrest, *p*, *p*,, Doppelpalissadenreihe. Lupenbild.

„ 4. Medianer Längsschnitt, parallel der Spaltrichtung der Nabelspalte (Richtung *b*—*b*, Fig. 1). Eintritt des Raphebündels (*Ra*) in die Samenschale neben der Tracheideninsel der Nabelspalte. Lupenbild.

„ 5. Querschnitt durch die Zwillingshöcker (Schnittrichtung wie in Fig. 3). *pig* Pigment- und Gerbstoffzellen, × Spalte, *y* helles Strahlengewebe, *z* dunkles Strahlengewebe, *Ra* Raphebündel. Lupenbild.

„ 6. Querschnitt durch die Raphe hinter den Zwillingshöckern (Schnittrichtung wie in Fig. 3). Lupenbild.

„ 7. Querschnitt durch die Randschicht des Samens, *Ll* Lichtlinie, 1—6 Samenschale, 7 Nucellarrest (Perisperm), 8—9 Kotyledonargewebe.

„ 8. Flächenschnitte durch die Samenschale und die Kotyledonen. Die Bezeichnungen korrespondieren mit denen der Fig. 7.

„ 8a. Zwei Sclereiden der Palissadenschicht der Samenschale (Fig. 7 *p*, 1—1 a).

„ 9. Querschnitt durch einen Prokambiumstrang mit umgebendem Kotyledonargewebe.

„ 10. Isolierte Stärkekörner der Kotyledonen.

Fig. 11. Stärke aus den Kotyledonen keimender Erbsen (die Korrosionen sind bei der Bohne ganz ähnlich).

„ 12. Querschnitt durch das Integument des Ovulums. *Nuc* Nucellus.

„ 13. Ovulum im Längsschnitt.

„ 14. Anheftung der Radicula am Kotyledonarlappen (*la*), von aufsen.

„ 15. Anheftung der Radicula am Kotyledonarlappen, von innen, × Anheftungsstelle des zweiten, abgelösten Kotyledon. Same längsgespalten.

„ 15a. Radiculartasche der Samenschale, Querschnitt. *Nuc* Perisperm (Nucellarrest), 6 = Schicht 6 der Samenschale (Fig. 7). Lupenbild.

Ervum Lens.

Fig. 16–25.

Fig. 16. Samen von der Seite, von aufsen.

„ 17. Same quer durchschnitten, Lupenbild. *Ta* Radiculartasche.

„ 18. Same längsgespalten. × Mikropyle, *nsp* Nabelspalte, *Hi* Eintrittsstelle des Raphebündels.

„ 19. Querschnitt durch die Randschicht des Samens. 1—4 Samenschale.

„ 19a. Einige Sclereiden der Palissadenschicht (Fig. 19, 1).

„ 20. Isolierte Stärkekörner der Kotyledonen.

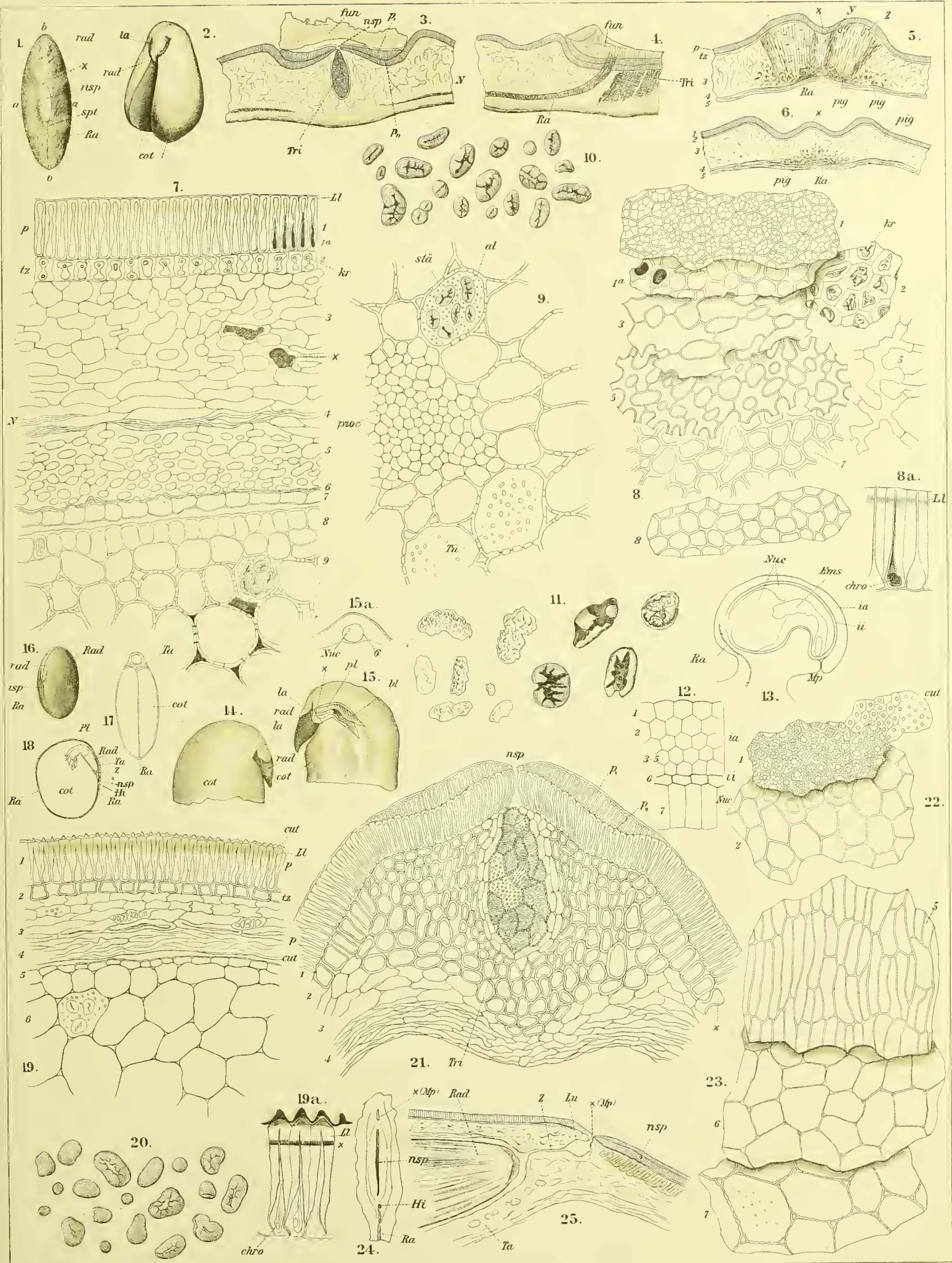
„ 21. Querschnitt durch die Nabelspalte und die darunter liegende Tracheideninsel.

„ 22. Flächenansichten der Schicht 1 u. 2 von Fig. 19.

„ 23. Flächenansichten des Kotyledonargewebes.

„ 24. Flächenansicht der Partie der Nabelspalte. *Mp* Mikropyle, *nsp* Nabelspalte, *Hi* Eintrittsstelle des Raphebündels, *Ra* Raphe. Lupenbild.

„ 25. Medianer Längsschnitt durch die Spitze der Radicula nebst der Tasche (*Ta*) und dem Mikropylarkanal (*z*). Bezeichnungen wie in Fig. 24.



Lith. Anst. v. C. Kirst, Leipzig

Vergleichende Übersicht der wichtigsten Phaseoleen- und Vicieensamenschalen.[1])

I. Phaseoleae.

1. Phaseolus multiflorus.

(var. niger Mart.).

Die Samenschale dieser Pflanze (Fig. 1) ist bereits auf S. 211 beschrieben.

Höhe der Palissaden	. . .	70—90 mik
Breite „ „	. . .	7,5—11,5 „
Höhe „ I-Zellen	. . . .	18—22 „

Die I-Zellen sind in der Mitte deutlich eingeschnürt. Die Stärkekörner sind oben beschrieben (S. 212).

2. Phaseolus vulgaris.

(var. oblong. purpureus).

Die Samenschale dieser Pflanze (Fig. 4) ist bereits auf S. 213 erwähnt.

Höhe der Palissadenschicht	.	48—52 mik
Breite der Palissaden	. . .	7—10 „
Höhe der I-Zellen	. . . .	15 „

In den I-Zellen findet sich ein relativ grofser Kristall. Eine Differenzierung der Schichten 3—5 ist nicht so deutlich, wie bei Phas. multiflorus. Meist sind auch die Schichten 3—5 stärker obliteriert. Farbstoffklumpen fehlen in diesen Schichten der Regel nach.

Die Stärkekörner gleichen denen von Phas. multiflorus.

3. Dolichos sinensis L.

Die Samenschale der chinesischen Langbohne besitzt eine Palissadenschicht, deren Palissadensclereiden (Fig. 6, 1) meist eine Höhe von 56—75 mik besitzen. Die Verdickung der gefärbten Seitenwände nimmt nach innen zu ganz allmählich ab.

Die I-Zellenschicht (Fig. 6, 2) ist meist 13—20 mik hoch. Die Zellen zeigen oft regelmäfsige I-Form, berühren sich meist aufsen und innen und lassen nicht eben sehr grosse Intercellularen zwischen sich.

Schicht 3—5 sind obliteriert, besonders letztere, die auch oft gebräunt erscheint.

Die Stärkekörner der Kotyledonen (*stä*, Fig. 6) gehören zum Bohnentypus, d. h. die meisten sind bohnenförmig oder oval und besitzen einen Längsspalt, doch finden sich auch als Nebenform wulstige Körner, wie sie die Erbsenstärke zeigt.

Die Länge der gröfseren Körner beträgt 22—30 mik, die kleinen messen oft nur 6—12 mik.

4. Lablab vulgaris Savi.

Die Samenschale der gemeinen Lablabbohne ist durch eine sehr hohe Palissadenschicht ausgezeichnet. Die Palissadensclereiden (Fig. 7, 1) erreichen eine Höhe von 125—132 mik. Sie sind schlank, ziemlich stark verdickt und führen in der Mehrzahl kleine gelbe Chromatophoren, einige, die ein weiteres Lumen haben, auch farblose Kristalle.

Die I-Zellen sind ebenfalls sehr grofs und sehr deutlich I-förmig, dabei nicht sehr stark verdickt (Fig. 7, 2). Ihre Höhe beträgt 40—52 mik. Aufsen und innen berühren sie sich. Zwischen sich lassen sie grofse Intercellularen.

Schicht 3 und 4 sind obliteriert, Schicht 5 als sehr zartes Schwammparenchym entwickelt.

Die Stärke der Kotyledonen gleicht der von Dolichos, doch werden die gröfsten Körner 35—40 mik lang.

5. Soja hispida Mönch.

Die in zahlreichen Varietäten gebaute asiatische Sojabohne unterscheidet sich von allen übrigen Vicieen und Phaseoleen dadurch, dass die Kotyledonen ihrer Samen Palissadenzellen führen und keine Stärke, sondern grofse Aleuronkörner enthalten (*al*, Fig. 9). Diese Aleuronkörner, die eine Gröfse von 15—23 mik erreichen, sind in Ölplasma eingebettet, welches als Netz übrig bleibt, wenn man die Körner in verdünntem Kali löst.

Die Palissadenschicht ist etwa 55—60 mik hoch, die I-Zellen erreichen bisweilen die gleiche Höhe von 55 mik, meist sind sie ein wenig niedriger, 45—50 mik. Sie sind von sehr ausgesprochener I-Form, berühren sich aufsen und innen und lassen grofse Intercellularen zwischen sich. Ihre Wand ist dick.

Schicht 3—5 sind stark zusammengefallen.

Eine kuticularisierte Haut trennt Schicht 5 von dem einreihigen Nucellarrest (*Nuc*, Fig. 9), an den sich das stark obliterierte und verschleimte Endosperm ansetzt (*End*, Fig. 9).

---

1) Das für diese Tafel benutzte authentische Material verdanken wir Herrn Prof. Wittmack, Geh. Regierungsrat in Berlin.

II. Vicieae.

1. Faba vulgaris Mönch

(var. equina Rchb.).

Die Samenschale der grofsen Acker- oder Pferdebohne zeichnet sich durch besonders hohe Palissaden aus (Fig. 2). Dieselben sind 160—170 mik hoch, unten weitlumig, oben mit engem spaltenartigen Lumen. Ihre Breite beträgt 2 bis 15 mik. Sie enthalten mehrere grofse, meist gelb-bräunliche Chromatophoren. Die Wand der Palissaden ist in den inneren Partien gefärbt, in den äufseren farblos.

Die I-Zellenschicht ist 35—45 mik (im Maximum 65 mik) hoch. Die Zellen derselben sind grofs und weit, ihre Wand ist ziemlich dick. Die Schichten 3—5 sind stark zusammengefallen (Fig. 2). In der Schicht 4 findet man oft Farbstoffklumpen. In ihr verlaufen auch die Gefäfsbündel.

Die Kotyledonen sind bedeckt von einer 10—15 mik hohen, eiweifsreichen Epidermis mit dicker Aufsenwand. Palissaden fehlen. Die Zellwände sind ähnlich wie bei der Erbse gebaut (s. d.). Die Stärkekörner gleichen im Typus denen von Phaseolus (Fig. 1 u. 4), d. h. sie haben einen bizarr verzweigten Längsspalt, doch finden sich auch als Nebenform Körner, die nach dem Erbsentypus hinneigen. Ihre Gröfse ist der der Körner von Phaseolus gleich. Die meisten messen 32 bis 45 mik. Die sie begleitenden Aleuronkörner sind durch Wasser leicht zersetzlich.

2. Ervum Lens und Pisum sativum.

Die Samenschalen und Stärkekörner dieser beiden Vicieen sind auf Taf. 47 und 48 beschrieben und abgebildet.

3. Lathyrus sativus L.

Die Samenschale der Platterbse (Fig. 3) besitzt eine Palissadenschicht von 82—95 mik Höhe. Die Palissaden sind ca. 15 mik breit. Die Längsleistenverdickung findet sich nur im obersten Teile der Zelle (bis ×, Fig. 3). Weiter nach innen zu ist die Wand reich getüpfelt. Die Tüpfel (*Tü*, Fig. 3) sind quer gestellt. Im innersten Teile ist das Lumen stark erweitert, die Seitenwände dünn und ungetüpfelt (bei *z*, Fig. 3). Die Innenwand ist wieder stärker verdickt. Die I-Zellenschicht (Fig. 3, 2) ist 18—26 mik hoch. Die Zellen derselben sind meist innen breiter als aufsen, ihre Fufspartieen berühren sich daher, ihre Köpfe nicht. Die mittlere Einschnürung der ziemlich dünnwandigen Zelle ist gering. Die sehr dünnwandigen, übrigens untereinander kaum differenzierten Schichten 3—5 sind meist stark obliteriert, besonders die innerste Schicht. Die Stärkekörner (*stä*) der Kotyledonen folgen dem Erbsentypus (s. Pisum), d. h. sie sind rundlich, bisweilen wulstig aufgetrieben und nur relativ selten mit einem Spalt versehen. Ihre Gröfse ist sehr verschieden. Die gröfsten messen 35—55 mik, einige sogar 70 mik, die mittleren 18 bis 28, die kleinsten 5—12 mik. Die letzteren besitzen oft einen Spalt.

4. Cicer arietinum L.

Die Samenschale der Kichererbse ist dadurch ausgezeichnet, dafs die Palissadenzellen verschieden hoch sind: auf Partien niedriger folgen solche höherer Zellen (Fig. 5, 1). Ihre Höhe schwankt von 60—115 mik. Ferner sind die Zellen gekrümmt, und zwar bald nach der einen, bald nach der anderen Seite. Die Verdickung der Wand ist sehr verschieden. Aufsen und in den äufseren Partien der Seitenwände ist die Verdickung am stärksten, dann folgt, und zwar bei allen Zellen (langen wie kurzen) auf der gleichen Höhe, ziemlich unvermittelt eine starke Verdünnung der Wand, die bis zur Innenwand reicht.

In dieser Partie sind die Wände wellig verbogen. Die I-Zellen treten wenig deutlich hervor (Fig. 5, 2), da ihre Wand dünn ist wie die der folgenden Schichten und sie die I-Form nur selten klar hervortreten lassen. Ihre Höhe beträgt 18 bis 30 mik.

Die Schichten 3—5 sind selten klar differenziert und meist stark obliteriert. In der Schicht 4 laufen auch hier, wie bei den übrigen, die Gefäfsbündel.

Die Stärkekörner der Kotyledonen (*stä*, Fig. 5) stehen zwischen dem Erbsen- und Bohnentypus, nähern sich aber mehr dem ersteren. Sie sind entweder oval oder rundlich, im Typus oval und spaltfrei, doch besitzen einige wenige auch einen Spalt. Die Länge beträgt bei den gröfseren Körnern 22—30 mik, doch finden sich auch kleinere, die nur 7—15 mik im Durchmesser haben.

5. Vicia sativa L.

Die Samenschale der in zahlreichen Varietäten gebauten Futterwicke besitzt eine Palissadenschicht, deren Palissaden eine Höhe von 63—68 mik besitzen. Die Palissadensclereiden (Fig. 8, 1) sind kegelförmig zugespitzt und nur im oberen, d. h. äufseren Teile leistenförmig verdickt. Bis etwa 11 mik, von der Spitze gerechnet, reicht die Lichtlinie, von dort an erscheint die Wand der Palissadenzellen durch einen die Gerbstoffreaktionen gebenden gelben Farbstoff gefärbt. Der innere Teil der Wand ist unverdickt.

Die I-Zellenschicht (Fig. 8, 2) ist wenig deutlich entwickelt, 13—23 mik hoch. Die Zellen sind schwach verdickt und zeigen ziemlich grofse Intercellularen zwischen sich.

Schicht 3 erscheint gelb, Schicht 4 braun, infolge von Farbstoffklumpen, Schicht 5 weifs. Alle, besonders letztere, sind obliteriert.

Die Stärkekörner (*stä*, Fig. 8) nähern sich ziemlich dem Bohnentypus, indem gestreckt-bohnenförmige Körner mit deutlicher Schichtung und Längsspalt prävalieren. Die Körner erfüllen die Zellen ziemlich dicht und findet man im Pulver häufig noch isolierte, mit Stärke angefüllte Zellinhalte. Die Länge der meisten Körner beträgt 26—42 mik, doch finden sich auch kleine von nur 7—10 mik Länge. Das Ölplasma füllt die Zwischenräume der Stärkekörner dicht: Aleuronkörner sind kaum zu sehen. Daher erscheint das ganze Innere hornartig. Erst nach dem Zerdrücken des Inhaltes treten die Aleuronkörner hervor. Dieselben sind grofs und sehr resistent gegen Wasser.

Tabellarische Zusammenstellung der Höhen von Palissaden und I-Zellen.

(Häufigste Werte an den Breitseiten. In Glycerin gemessen.)

	Palissaden-sclereiden	I-Zellen
I. Phaseoleae.		
Phaseolus multiflorus Willd. . . .	70— 90 mik	18—22 mik
Phaseolus vulgaris Metzger . . .	48— 52 „	15—20 „
Dolichos sinensis L.	56— 75 „	13—20 „
Lablab vulgaris Savi	125—132 „	40—52 „
Soja hispida Mönch	55— 60 „	45—55 „
II. Vicieae.		
Cicer arietinum L.	60—115 „	18—30 „
Arachis hypogaea L.	fehlen	fehlen
Pisum sativum L.	75— 98 „	22—38 „
Faba vulgaris Mönch	160—170 „	35—45 „
Vicia sativa L.	63— 68 „	13—23 „
Ervum Lens L.	45— 55 „	9—15 „
Lathyrus sativus L.	82— 95 „	18—26 „

Tafel 49.

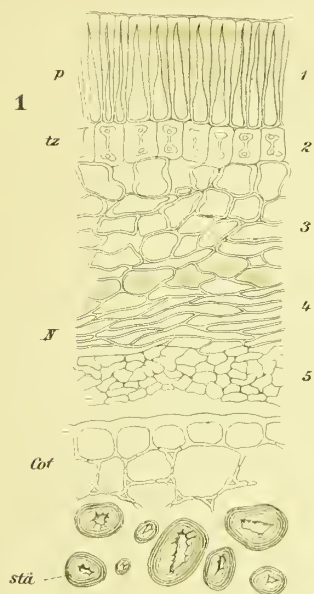
Erklärung der Abbildungen.

(Alle Figuren sind bei einer Vergrösserung von 240 gezeichnet.)

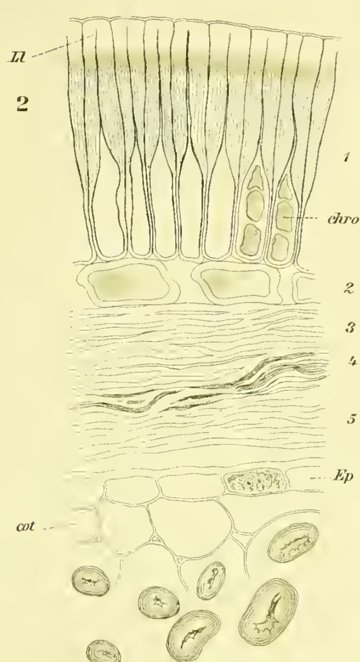
Fig	1.	Querschnitt	durch	die	Samenschale	von	Phaseolus multiflorus var. niger.
„	2.	„	„	„	„	„	Faba vulgaris var. equina Rchb.
„	3.	„	„	„	„	„	Lathyrus sativus L.
„	4.	„	„	„	„	„	Phaseolus vulgar. var. oblongus.
„	5.	„	„	„	„	„	Cicer arietinum L.
„	6.	„	„	„	„	„	Dolichos sinensis L.
„	7.	„	„	„	„	„	Lablab vulgaris Savi.
„	8.	„	„	„	„	„	Vicia sativa L.
„	9.	„	„	„	„	„	Soja hispida Mönch.

Bei allen ist aufser der Samenschale (1—5) auch das anliegende Kotyledonargewebe mit der Stärke bez. dem Aleuron dargestellt.

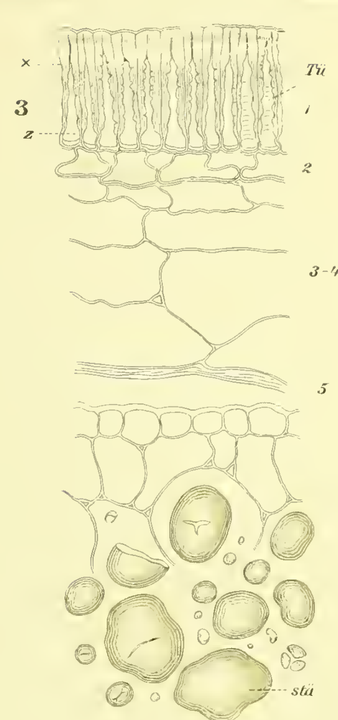
Phaseolus multiflorus var. niger.



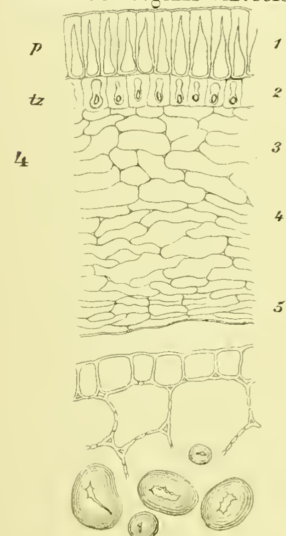
Faba vulgaris var. equina Rchb.



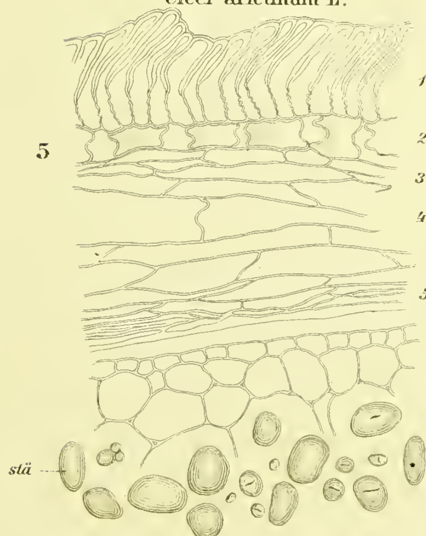
Lathyrus sativus L.



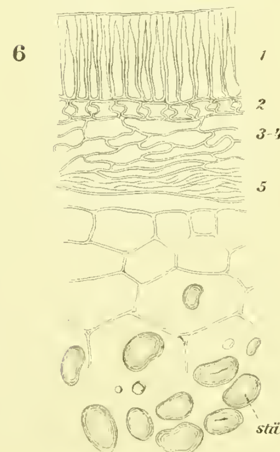
Phaseolus vulgaris var. oblong.



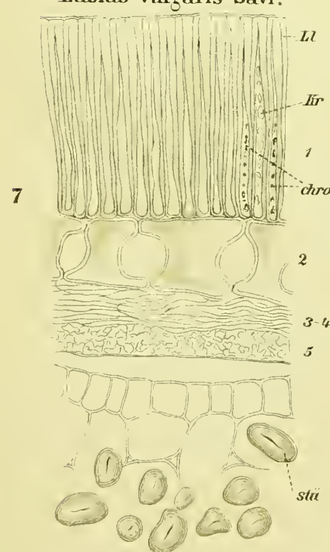
Cicer arietinum L.



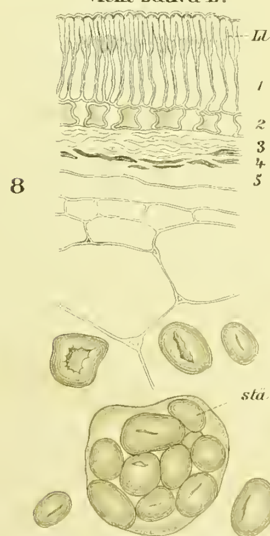
Dolichos sinensis L.



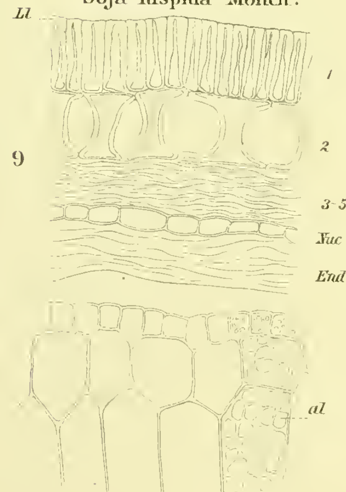
Lablab vulgaris Savi.



Vicia sativa L.



Soja hispida Mönch.



Amylum.

Stärkemehl, Satzmehl, Amidon, Fécule, Starch.

Stärke findet sich in der Pflanze als Assimilationsstärke: als Einschlufs der Chlorophyllkörner der Blätter, als transitorische Stärke: in den Stärkebahnen (im Mark- und Rindenparenchym, in der Stärkescheide, in jungen wachsenden Organen) und als Reservestärke: in den Reservebehältern der Pflanzen. Nur die letztere ist Gegenstand des Handels. Die Assimilationsstärke ist das erste sichtbare Produkt der Assimilationsthätigkeit der Chlorophyllkörner, die unter dem Einflusse des Lichtes bei einer bestimmten Temperatur erfolgt. Sie ist die Muttersubstanz der transitorischen und Reservestärke. Aber auch ohne Licht kann an, den Chlorophyllkörnern gleich gebauten, farblosen Leukoplasten (den Stärkebildnern) Stärke entstehen (Rhizom von Iris, Taf. 29, Fig. 14). In den Chlorophyllkörnern wird fortdauernd Stärke gebildet und wieder aufgelöst. Die aufgelöste Stärke wandert (wahrscheinlich als Zucker) in den Stärkebahnen nach den Orten des Verbrauches, also in erster Linie zu den lebhaft wachsenden Punkten und dorthin wo Wandverdickungen sich bilden. Da nun aber daselbst nicht alles zugeführte Kohlenhydrat-Material verbraucht wird, so schlägt sich ein Teil desselben vorübergehend wieder als Stärke nieder. Dies ist die transitorische Stärke. Wir finden sie in lebhaft wachsenden Organen (jungen Keimpflanzen), im Marke und der Rinde krautiger Stengel, in der Stärkescheide, bevor die Bastfasern ausgebildet sind, in der Parenchymscheide der Bündel und anderwärts. Auch die vor der Reife in einigen Früchten (Olive, Conium, Juniperus) auftretende und dann wieder verschwindende Stärke ist transitorische, sowie die Stärke der Nährschicht der (inneren Schichten der) Samenschalen und der später zu Schleimepidermen werdenden Samenschalepidermen (Cydonia, Linum). Die transitorische Stärke wird nur vorübergehend, nicht dauernd deponiert. Bevor nun die Pflanze ihre Vegetationsperiode abschliefst, entleert sie die Organe, welche absterben, und führt alle Stärke in die überwinternden Organe, in die Reservebehälter. Als solche dienen ihr in erster Linie die Früchte (Banane) und die Samen. Bei den letzteren können sowohl das Endosperm (Cerealien), wie das Perisperm (Pfeffer), wie auch die Kotyledonen (Bohne, Erbse) Reservebehälter werden. In zweiter Linie dienen der Pflanze unterirdische überwinternde Organe als Reservebehälter, Rhizome (Maranta, Iris), Wurzeln (Althaea), Stammknollen (Kartoffel) und Wurzelknollen (Salep, Jalappe, Tapioca). Aber auch der überwinternde Stamm kann Reservebehälter werden (Quercus), und bei tropischen Pflanzen wird oft im Stamm vor der Blüte sogar eine sehr grofse Menge Stärke angehäuft, die alsdann zur Fruchtbildung verbraucht wird (Sagopalme). Auch die übrige Reservestärke wird verbraucht, aufgelöst, und zwar im Frühling beim Austreiben der unterirdischen oder oberirdischen Organe, bei den Samen gelegentlich der Keimung. Sie wird deponiert, damit die Pflanze in den ersten Frühlingswochen, bezw. in den ersten Stadien der Keimung, wo die ernährenden Blätter noch nicht gebildet sind, ein Depot von organischem Material zur Verfügung hat, aus dem sie zur Bildung neuer Organe schöpfen kann. Die Stärke wird in den Reservebehältern stets in grofsen Mengen deponiert und ist für gewöhnlich auch grofskörnig, selten klein (Cardamomen, Reis). Die Assimilations- und transitorische Stärke ist stets kleinkörnig und tritt nie in so grofsen Massen auf, dafs ihre Gewinnung lohnt. Alle Handelsstärke ist daher Reservestärke und entstammt entweder Samen (Cerealien), oder Rhizomen (Maranta), oder Knollen (Kartoffel), oder dem Stamm (Sago).

Die Stärke kommt fast nur in Körnerform in der Pflanze vor. Die bei einigen Drogen (Salep, Jalappe, Curcuma) zu beobachtenden Kleisterballen werden durch die Behandlung der Droge mit siedendem Wasser nachträglich gebildet, denn die Stärke „verkleistert“ bekanntlich, wenn sie bei Gegenwart von Wasser erhitzt wird.

Die Bestimmung der Verkleisterungstemperatur giebt oft Anhaltspunkte über die Art der vorliegenden Stärke, wie folgende Tabelle (von Lippmann) zeigt.

	Deutliches Aufquellen °C.	Beginn der Verkleisterung °C.	Vollkommene Verkleisterung °C.
Roggenstärke	45,0	50,0	55,0
Rofskastanienstärke	52,5	56,2	58,7
Reisstärke	53,7	58,7	61,2
Gerstenstärke	37,5	57,5	62,5
Kartoffelstärke	46,2	58,7	62,5
Maisstärke	50,0	55,0	62,5
Kastanienstärke	52,5	58,7	62,5
Arumstärke	50,0	58,7	62,5
Hermodactylonstärke	—	61,2	65,0
Weizenstärke	50,0	65,0	67,5
Tapioca	—	62,5	68,5
Maranta-Arrowroot	66,2	66,2	70,0
Sago	—	66,2	70,0
Buchweizenstärke	55,0	68,7	71,7
Eichelstärke	57,5	77,5	87,5

Man kann daher auf die Bestimmung der Verkleisterungstemperatur eine Unterscheidung der Stärkesorten gründen. Bei 62,5 sind z. B. die Körner der Weizenstärke noch wohl erhalten, Roggenstärke aber schon verkleistert.

Die Gröfse der Körner variiert sehr. Schon mit blofsem Auge sichtbar sind die Körner des Queensland Arrowroot, zur Not auch die gröfsten der Kartoffel, mit schwacher Lupe sichtbar die des Maranta-Arrowroot und des Sago, mit stärkerer Lupe die Leguminosenstärke, auch mit starker Lupe nicht die des Reis und Hafer.

Die Form der Körner ist für jedes Stärkemehl charakteristisch, nur selten kommen hier weitgehende Übereinstimmungen vor (wie bei Gerste, Weizen und Roggen).

Bei der Beurteilung einer Stärke müssen nicht nur Gestalts- und Gröfsenverhältnisse der gröfsten und kleinsten Form, der Grenzformen, sondern — und dies ist die Hauptsache — es mufs Form und Gröfse der am häufigsten vorkommenden Körner festgestellt werden. Auf diese Weise gelangt man einerseits zur Feststellung der typischen Form, des „Typus“, sowie der häufigsten Form, der „Hauptform“, andererseits zu Grenzwerten, welche bei der Mehrzahl der Körner nicht nach oben oder unten überschritten werden. Dabei kann jedoch der freilich seltene Fall eintreten, dafs eine für ein Stärkemehl typische Form nur in verhältnismäfsig geringer Menge vorhanden ist, also Typus und Hauptform sich nicht decken. Solche Formen kann man alsdann als „Leiter“ bezeichnen, da sie geeignet sind, auf die richtige Fährte zu leiten. Meist ist jedoch die typische Form auch die häufigste, die Hauptform.

Bei der Feststellung der Gröfse wählt man meist den Längsdurchmesser. Zu einer vollständigen Angabe gehört jedoch auch die Breitenangabe. Beide kann man dann in der Form eines Bruches miteinander vereinigen, wo der Zähler die Länge, der Nenner die Breite bedeutet. $^6/_3$ würde heifsen 6 mik lang, 3 mik breit. Bei den Gröfsenangaben, die stets in Mikromillimetern (mik, μ) erfolgen, kann man verschieden verfahren. Am besten ist es erstlich die Grenzwerte anzugeben (von den kleinsten bis zu den gröfsten Körnern) und dann anzugeben, welchen Gröfsenverhältnissen die meisten Körner entsprechen. Ein allgemeiner Durchschnittswert hat wenig Nutzen, da der „Hauptwert“ nicht immer dem mittleren Durchschnittswerte entspricht.

Bei der Bestimmung der Gestalt ist zu berücksichtigen, dafs nicht alle runden Stärkearten kugelig sind, sondern auch scheibenförmige vorkommen, diese aber natürlich, je nachdem man sie von der Fläche oder von der Kante betrachtet, ein sehr verschiedenes Aussehen darbieten. So sind z. B. die Grofskörner der Cerealien von der Fläche betrachtet rundlich, von der Kante betrachtet linsenförmig. Ob Körner die Scheibenform besitzen, läfst sich am besten dadurch entscheiden, dafs man sie in Tropfen unter dem Deckglase ins Rollen bringt. Es geschieht dies dadurch, dafs man reichlich Wasser zusetzt und dasselbe an der einen Seite während der Beobachtung absaugt. Die linsenförmigen Körner zeigen alsdann bald ihre Breit-, bald ihre Schmalseite.

Kern und Schichtung, Centralspalte und Form derselben — Vorhandensein oder Fehlen dieser Merkmale — haben in einigen Fällen entscheidendes Gewicht für die Beurteilung eines Stärkemehles, immer sind sie mit in Betracht zu ziehen.

Die Schichtung wird durch einen sprungweisen Wechsel im Wassergehalt hervorgerufen: die wasserarmen Schichten erscheinen in der Durchsicht dunkler als die wasserreichen. Im organischen Centrum des Kornes liegt der stets wasserreiche Kern. Schichtung ist nicht immer deutlich, bei kleinen Körnern sieht man sie meist gar nicht (Reis), aber auch grofsen fehlt sie bisweilen (Triticum). Wo sie fehlt, kann man sie sich oft durch verdünnte Chromsäure sichtbar machen. Auch geröstete Stärke pflegt deutlicher geschichtet zu sein, wie auch die Stärke aus keimenden Samen. Manchmal treten überhaupt erst durch Rösten die Schichten hervor. Bei Betrachten in fettem Öl sieht man Schichten niemals. Auch Quellungsmittel (Kali, Chloral) vernichten die Erscheinung. Denn diese Agentien steigern die Wasseraufnahme des gesamten Kornes weit über die Differenzen im Wassergehalt der Schichten, so dafs diese nun nicht mehr sichtbar sein können.

Der Kern ist stets das organische Centrum des Kornes, um ihn verlaufen alle Schichten. Liegt er im mathematischen Centrum des Kornes, so bilden die Schichten konzentrische Zonen (Secale) und sind ringsum gleich breit, liegt er excentrisch, so sind die Schichten ungleich breit, sehr oft unmefsbar dünn an der Seite des Kornes, wo der Kern liegt, breit an der entgegengesetzten (Kartoffel). Der excentrische Kern liegt entweder am breiten oder am schmalen Ende des Kornes. Die Lage des Kernes ist leicht mit Hilfe des Polarisationsmikroskopes zu ermitteln. Die Arme des schwarzen Kreuzes, welches bei gekreuzten Nicols auf dem Korne sichtbar wird, schneiden sich stets im Kern. Der Kern wird bisweilen resorbiert. Alsdann tritt an seine Stelle eine Höhle oder ein Spalt, der, wenn er Luft führt, schwarz erscheint: der Nabel, der Kernpunkt oder die Centralhöhle. Die Form dieses luftführenden Centralspaltes ist bisweilen von diagnostischer Bedeutung. So ist er klein und rund bei der Kartoffel, zwei- bis dreistrahlig bei Maranta, vielstrahlig beim Mais, gestreckt und bizarr verzweigt bei der Bohne. Die Excentricität des Kernes, bezw. des an seiner Stelle liegenden Centralspaltes ist verschieden. Man drückt sie durch einen Bruch aus, dessen Zähler die Entfernung von dem Kern bis zum nächsten Ende (kleine Achsenlänge) = 1 setzt und dessen Nenner angiebt, wie oft diese kleine Achsenlänge in der grofsen Achsenlänge, d. h. der Entfernung des Kernes von dem entfernten Ende des Kornes enthalten ist. Bei der Kartoffelstärke z. B. beträgt die Excentricität des Kernes ungefähr $^1/_5$, d. h. wenn wir die Längsachse des Kornes in 6 gleiche Teile teilen, so liegt der Kern auf dem Teilstriche 1, das Verhältnis der kleinen Achse zur grofsen ist wie 1 : 5. Bei Triticum ist die Excentricität $^1/_1$, d. h. = 0, beide Achsen sind gleich, der Kern liegt central.

Quetscht man die in ihrer Substanz spröden Stärkekörner, drückt sie z. B. mit dem Deckglase, so entstehen Spalten und

Sprünge, die meist vom Kern aus oder wenigstens auf diesen hin laufen und die meist die Schichten rechtwinklig schneiden (Demolierungssprünge). Ganz ähnliche Sprünge entstehen auch beim Erwärmen trockener Stärkekörner, z. B. beim Rösten der Stärke (Trockenrisse).

Zusammengesetzte Stärkekörner sind oft ziemlich individualisierte Konglomerate (Avena), die aus zahlreichen Teil- oder Bruchkörnern bestehen und in diese bald leicht (Avena), bald schwer (Oryza) zerfallen. Die Zahl der Teilkörner schwankt sehr, von 2 bis über 100 und mehr. Eingebettet sind die zusammengesetzten Stärkekörner in die sogenannte „Füllstärke“, d. h. in eine mehr oder weniger dichte Masse von Einzelkörnern.

Im übrigen vergl. die Angew. Anatomie, Abschnitt Stärke, sowie meinen Artikel Amylum in der Realencyklopädie der Pharmacie.

Die fabrikmässige Darstellung der Stärke wird in der Weise durchgeführt, dafs man die stärkehaltigen Materialien ohne Mühle (daher Amylum, von α privativum und μύλη Mühle) zerquetscht, den Brei ausschlemmt, das Schlemmprodukt, welches sich zu Boden setzt (daher Satzmehl), vom Wasser trennt und die Stärke trocknet. Fabrikmäfsig dargestellt werden verhältnismäfsig wenige Stärkesorten, da trotz des ubiquistischen Vorkommens der Stärke im Pflanzenreiche nur selten alle Bedingungen für lohnende technische Ausbeute (Reichtum des Materiales an Stärke, leichte Zerkleinerung, Abwesenheit störender Beimengungen, billige Gewinnung, gleichmäfsige Beschaffung des Materials) vorhanden sind.

Weizenstärke.

Die Weizenstärke wird aus den Früchten von Triticum vulgare und dessen Varietäten gewonnen (vergl. Taf. 42), sowohl vom Winter- wie vom Sommerweizen, einige auch vom Glasweizen, Tr. durum, und vom englischen Weizen, Tr. turgidum, sowie von Tr. polonicum. Auch die Spelten liefern Weizenstärke, besonders Triticum Spelta selbst. Die Stärke dieser letzteren führt den Namen „Kernenstärke“.

Die Weizenstärke ist ausschliefslich im Endosperm der Samen enthalten (vergl. Taf. 42). Die Früchte des Weizens enthalten 58—73 Proz. Stärke.

Die Gewinnung geschieht in der Weise, dafs man entweder die ganzen gequollenen und zerquetschten, oder die geschrotenen oder die gemahlenen Früchte mit Wasser in einen Brei verwandelt und diesen (das „Gut“) entweder zur Zerstörung des Klebers gären bezw. faulen läfst oder direkt auswäscht. Im ersteren Falle geht der Kleber fast ganz durch Fäulnis verloren, im zweiten wird der sogenannte „süfse Kleber“ als Nebenprodukt gewonnen. Man bereitet nämlich aus den zerquetschten Körnern oder dem mit Wasser angerührten Mehl einen Teig und knetet denselben auf einem feinmaschigen Drahtsieb unter feinen Wasserstrahlen, bis das Wasser klar abläuft. Der Kleber bleibt auf dem Siebe zurück, die ablaufende Flüssigkeit enthält die Stärke suspendiert. Man läfst sie schwach gären, wäscht die Stärke aus, sammelt die Stärkemilch, läfst absetzen, centrifugiert und trocknet.

Die Weizenstärke kommt im Handel in sehr verschiedener Form vor. Entweder findet sie sich in gröfseren oder kleineren unregelmäfsigen Stücken (Bröckelstärke, Schäfchen) oder mannigfach, meist zu Stengeln oder Stäbchen oder scharfkantigen Stücken geformt (Tafelstärke, Strahlen-, Kristall-, Stangen-, Stengel-, Zettelstärke). Die gepulverte Stärke bildet ein zartes, rein weifses Pulver mit zartem, bläulichem Schimmer, dessen einzelne Körner mit blofsem Auge nicht zu sehen sind. Selbst die reinsten Sorten enthalten Spuren von Kleber.

Mikroskopisch ist Weizenstärke leicht zu erkennen, da sie aus zwei ziemlich scharf, in den Extremen sogar sehr scharf geschiedenen Körnerformen besteht, den Grofskörnern und Kleinkörnern, die durch Mittelformen wenig miteinander verbunden sind. Typus und Hauptform fallen zusammen.

Typus. a) Grofskörner dicklinsenförmig. Die Flächenansicht ist rund, aber niemals streng kreisförmig, oft sogar neigen die Körner zum Oval (Fig. 1). Die Umrifslinie ist meist schwach geschweift. Schichtung niemals deutlich. Kern central ($^1/_1$), undeutlich hervortretend. Die centrale Lage ist durch das Polarisationsinstrument zu ermitteln. Spalt fehlt oder ist doch aufserordentlich selten. Bei gekeimten Samen ist er deutlicher. Die Seitenansicht (× Fig. 1) ist länglich-elliptisch, fast spindelförmig. Eine dunkle, oft breite Längsspalte, die parallel den Flächen streicht — also auf der Flächenansicht nicht hervortritt — ist bei der Seitenansicht meist (nicht immer) deutlich. Die Gröfse der Grofskörner variiert ziemlich. Bei den grofsen beträgt sie meist 30—38 mik und erreicht bisweilen, aber selten, 45 mik, angeblich sogar 50 mik, die kleineren Körner messen meist 15—25 mik. Die Dicke der grofsen Grofskörner beträgt 9—15 mik.

b) Die Kleinkörner sind meist rundlich oder oval, seltener polyedrisch oder in ein Spitzchen auslaufend. Die Gröfse der Kleinkörner beträgt 2—9,5 mik, meist 6—7 mik.

Nebenformen. Zusammengesetzte Körner mit wenig zahlreichen (2—25) Teilkörnern (*y*, Fig. 1), meist in die Teilkörner zerfallen. Teilkörner meist halbkugelig oder abgerundeteckig, nicht tiaraförmig. Spindelförmige Körner selten. Aufserdem einige Zwischenformen zwischen den Grofs- und Kleinkörnern und sackartige oder wulstig verbogene Grofskörner. Selten sind zu zwei zusammengesetzte Grofskörner (ähnlich Fig. 2, *y*), die aber meist in die beiden Teilkörner zerfallen sind.

Die Stärkekörner der Spelten (s. Taf. 42, Fig. 23) sind denen des Weizens ähnlich, die Grofskörner derselben aber im Durchschnitt kleiner (20—25 mik).

Die Geheimmittel Semolina, Semoule d'igname, Neville's Patent flour of lentills, Bullock's Semula, Babyfood u. a., auch Puder, Kraftmehle, Kindermehle und sogenannte Amidons enthalten Weizenstärke (oder auch Weizenmehle) oder bestehen daraus.

Mit Ultramarin gebläute Stärke kommt als Glanzstärke oder Lazulinstärke in den Handel.

Roggenstärke.

Die Stärke des Roggens (Secale cereale) wird nur wenig dargestellt. Sie ist auch im Endosperm der Samen enthalten (vergl. Taf. 43).

Die Stärkekörner gleichen im allgemeinen denen des Weizens, doch sind die Grofskörner im Durchschnitt gröfser.

Typus. a) Grofskörner wie beim Weizen rundlich, aber viel unregelmäfsiger im Umrifs (Fig. 2), auch oft nicht so dick linsenförmig wie die Weizenkörner. Zarte Schichtung ist da und dort zu sehen. Die Gröfse variiert in weiten Grenzen. Die grofsen messen 25—38 mik, ziemlich zahlreiche erreichen aber auch 45—53 mik, sehr selten steigt die Gröfse bis 60 oder gar 70 mik. Die kleineren messen 10—23 mik. Die Grofskörner sind durch relativ viele Mittelformen mit den

b) Kleinkörnern verbunden, die die gleiche Form und Gröfse besitzen, wie die der Weizenstärke, aber ebenfalls in den Formen unregelmäfsiger und eckiger sind. Gröfse 3—10 mik.

Leiter. Grofskörner mit strahligem Centralspalt (Fig. 2). Dieselben sind in der Roggenstärke häufig, so dafs man fast in jedem Gesichtsfelde 1 oder 2 solche Körner findet. Der Spalt erscheint, da er Luft führt, meist schwarz, besonders die grofsen Körner zeigen den Spalt häufig.

Nebenformen. Aus Kleinkörnern zusammengesetzte Stärkekörner und deren Teilkörner. Wulstige und buckelige, sowie bohnenartige Formen und einseitig verdickte Körner (Fig. 2, *z*). Aus 2 zusammengesetzte Grofskörner (Fig. 2, *y* oben), meist in die beiden Teilkörner zerfallen, die dann die Kommissuralfläche deutlich erkennen lassen (Fig. 2, × unten).

Gerstenstärke.

Die Stärke der Gerste (Hordeum vulg.) ist nicht Handelsartikel. Sie ist auch im Endosperm der Samen enthalten (vergl. Taf. 41).

Die Stärkekörner sind denen von Weizen und Roggen ähnlich, nur im Durchschnitt kleiner als beide.

Typus. a) Grofskörner rundlich, aber nicht kreisrund, von der Fläche gesehen oft knollenförmig unregelmäfsig (Fig. 3), an Pisum erinnernd. Schichtung an vielen Körnern deutlich, viel deutlicher als beim Roggen. Auch ein Spalt findet sich da und dort, aber seltener als bei dem Roggen. Die Gröfse der Grofskörner beträgt meist 15—30, am häufigsten um 25 mik, sie steigt nur selten auf 35 und überschreitet 42 mik wohl nie. Sie sind durch wenige Mittelformen mit den

b) Kleinkörnern verbunden, die rundlich zu sein pflegen. Ihre Gröfse differiert nicht von der der Weizen- und Roggenkörner.

Leiter. Wulstig-nierenförmige Körner, an Pisum erinnernd (Fig. 3, *y*).

Nebenformen. Einige Zwischenformen zwischen Grofs- und Kleinkörnern. Teilkörner von zusammengesetzten Grofskörnern mit einseitiger gerader Fläche (Fig. 3, ×) nicht gerade selten. Spindeln selten.

Obwohl, wie aus obigem ersichtlich, jedes der drei Stärkemehle — Weizen, Roggen, Gerste — seine besonderen charakteristischen Eigenschaften besitzt, ist es doch nicht möglich, Gemische von zweien derselben nur an den Stärkekörnern mit Sicherheit zu diagnostizieren. Am leichtesten ist noch eine Beimischung von Roggenstärke zu Weizenstärke nachzuweisen. Bei den Mehlen hat man andere Anhaltspunkte (s. S. 191).

Maisstärke.

Die im Endosperm der Samen von Zea Mais L. (vergl. Taf. 43) enthaltene Stärke wird fabrikmäfsig dargestellt. Der Gehalt der Maisfrüchte daran schwankt von 50—65 Proz.

Bei der Fabrikation werden die eingequollenen Körner zerquetscht oder vermahlen und der Brei in Cylindersieben mit Wasser ausgewaschen. Auf dem Siebe bleiben Frucht- und Samenschale und der Keimling. Aus der „Stärkemilch“ setzt sich die Stärke ab, die durch schwache Gärung oder alkalische Lauge (sehr verdünnte Natronlauge) oder schweflige Säure vom Kleber getrennt wird, der bei dieser Behandlung zerstört wird.

In den Handel kommt sie in Pulver- und bisweilen auch in Brockenform. Maizena ist Mehlendospermstärke. Andere Handelsbezeichnungen sind Cornstarch, Patent corn flour, Mondamin, Palamoud, Potage des Sultanes u. a.

Die Stärkekörner (Fig. 4) haben eine verschiedene Gestalt, je nachdem ob sie aus dem Hornendosperm oder dem Mehlendosperm (Taf. 43, Fig. 3, 11, 8, 9) stammen.

Typus. Hornendospermkörner. Körner mehr oder weniger scharfkantig oder abgerundet kantig, selten so scharfkantig, als man dies nach den Durchschnitten durch das Hornendosperm (Taf. 43, Fig. 9) erwarten sollte; isodiametrisch, daher kräftig aus der Fläche heraustretend, oft mit einem centralen Spalt oder einer Centralhöhle versehen, ungeschichtet, oft noch zu mehreren oder zu ganzen Klumpen zusammenhängend (Fig. 4), bisweilen mit zarten Radialrissen versehen (×, Fig. 4). Die Gröfse beträgt meist 10—18—23 mik, steigt aber auch bis 25 mik und darüber.

Mehlendospermkörner. Sehr unregelmäfsige, aber stets abgerundete kugelige Formen, da die Körner locker in den Zellen liegen (Taf. 43, Fig. 8). Der Centralspalt fehlt bisweilen. Regelmäfsige Kugelform ist selten. Schichten fehlen meist. Sehr variabel in der Gröfse. Die Gröfse beträgt 9 bis 23, meist 10—15, steigt aber auch bis 25, einige messen sogar 30 mik. Daher erscheint das Mehlendosperm oft grofskörniger als das Hornendosperm.

Nebenformen. Zu zweien zusammengesetzte gestreckte Körner (Fig. 4, *y*) oder deren Teilkörner. Ganz kleine rundliche Körner von 2—10 mik.

Die eigentümlich korrodierten Körner gekeimten Maises sind auf Taf. 43, Fig. 12 dargestellt.

Da an einer schmalen Zone das Hornendosperm allmählich in Mehlendosperm übergeht, finden sich auch Übergänge von typischen Hornendospermkörnern zu typischen Mehlendospermkörnern, so dafs man bisweilen nicht sagen kann, ob ein Korn zum Horn- oder zum Mehlendosperm gehört.

Haferstärke.

Die Stärke des Hafers (Avena sativa) ist auch im Endosperm der Samen (s. Taf. 44) enthalten, welches jedoch keine Differenzierung in Horn- und Mehlendosperm erkennen läfst. Die Stärke liegt in den Zellen locker gehäuft. Haferstärke wird wenig oder gar nicht dargestellt, in einiger Menge nur Hafermehl (s. Avena).

Die Haferstärke ist sehr charakteristisch. Eingebettet in reichliche Füllstärke finden sich grofse zusammengesetzte Stärkekörner (Fig. 5).

Typus. Grofse ovale oder rundliche, oder mehr oder weniger gestreckte bezw. unregelmäfsige, meist 35—45 oder 50 mik lange zusammengesetzte Stärkekörner (Fig. 5, ×) mit niemals eckigen Umrifslinien (wie beim Reis), die meist aus sehr zahlreichen Teilkörnern bestehen, im einfachsten Falle aus 2, oft aber aus 60 und mehr, bisweilen aus 100, ja aus 200 Körnern. Diese zusammengesetzten Stärkekörner zerfallen relativ leicht in die Teilkörner (bei $\times_1$, Fig. 5), doch findet man in jedem Mehl noch zahlreiche intakt. Die Teilkörner dieser zusammengesetzten Stärkekörner sind polyedrisch-eckig und oft sehr unregelmäfsig eckig (Fig. 5, *z*), wenn sie aus dem Innern, einseitig abgerundet, wenn sie vom Rande stammen. Ein Kern oder eine Kernhöhle bezw. ein Spalt sind an ihnen nicht sichtbar. Ihre Gröfse beträgt 5—12, meist 5,5 bis 7,5 mik.

In der Füllstärke sind die Spindelformen die typischen und meist in grofser Zahl vorhanden (Fig. 5, *y*), doch variiert ihre Zahl bisweilen. Sie sind wichtige „Leiter". Sie sind bald lang, oft 15—28 mik, bald kurz, dann 5—15 mik, für gewöhnlich schlank und beiderseits genabelt, bald gerade, bald gekrümmt. Daneben treten zahlreiche bald mehr rundliche, bald mehr eckige Körner auf, die einen Durchmesser von 3—8 mik besitzen. Liegen die Körner der Füllstärke in den Zellen dicht aufeinander, so prävalieren die eckigen Formen (Fig. 5, *r*), die eine grofse Unregelmäfsigkeit in den Umrifslinien zeigen.

Als Nebenformen finden sich in der Füllstärke genau runde Körner von 10—20 mik Durchmesser, die bisweilen einen Spalt besitzen, ferner rundliche und citronen- bezw. conidienförmige, d. h. einseitig genabelte Körner, sowie ganz kleine, 2—4 mik grofse rundliche.

Reisstärke.

Die Reisstärke ist im Endosperm der Samen von Oryza sativa L. enthalten (Taf. 45). Sie wird in grofsem Stile, besonders in England, aber auch in Deutschland, Tirol, Italien, Amerika und Belgien dargestellt, teils aus den schlechteren indischen Sorten, teils aus den Abfällen des Reisschälprozesses. Man weicht die Körner einen Tag in verdünntes Kali ein (oder Salzsäure oder Ammoniak), wäscht, mahlt, weicht nochmals in Lauge ein, um den Kleber vollends zu lösen, und schlemmt. Auch durch Gärung kann der Kleber zerstört werden. Im Handel ist Reisstärke als Strahlen-(Kristall-) und Brocken-(Luft-)stärke. Pariser Waschpulver und „gummierte" Stärke sind Reismehlprodukte. Reismehl ist fast reine Reisstärke und sehr kleberarm. Royal Anglais ist belgische Reisstärke, Poudre de riz eine besonders feine Sorte, ebenso Corn flour und das Pariser Waschpulver.

Das Endosperm des Reissamens läfst keine Differenzierung in Hornendosperm und Mehlendosperm erkennen. Es besteht sogar nur ausschliefslich aus Hornendosperm. In die demgemäfs die Zellen dicht erfüllende Füllstärke sind jedoch, wie beim Hafer, zusammengesetzte Stärkekörner in grofser Zahl eingebettet. Dieselben zeigen aber nicht, wie beim Hafer, rundlichen Umrifs, sondern sind, da mit der Füllstärke fest verbunden, kantig-eckig (×, Fig. 6).

Die Körner sind fast alle ein Typus und überraschen durch ihre scharfkantige eckige Gestalt. Sie sind 3-, 4-, 5-, 6eckig, besonders oft in der Aufsicht 5eckig, fast kristallartig, meist isodiametrisch, oft spitzwinklig und relativ gleichartig in Gestalt und Gröfse. Rundliche Formen sind sehr selten. Kernhöhle fehlt meist, Kern ist selten sichtbar.

Die zusammengesetzten Stärkekörner sind ziemlich individuenreich und auch im Mehl entweder ganz oder teilweise zertrümmert noch deutlich sichtbar, in den feineren Reisstärkesorten sind sie nicht mehr aufzufinden oder doch nur Bruchstücke derselben in Gestalt mehrerer zusammenhängender Körner.

Die Gröfse der Körner beträgt 2—9, meist 4—6 mik.

Tafel 50.

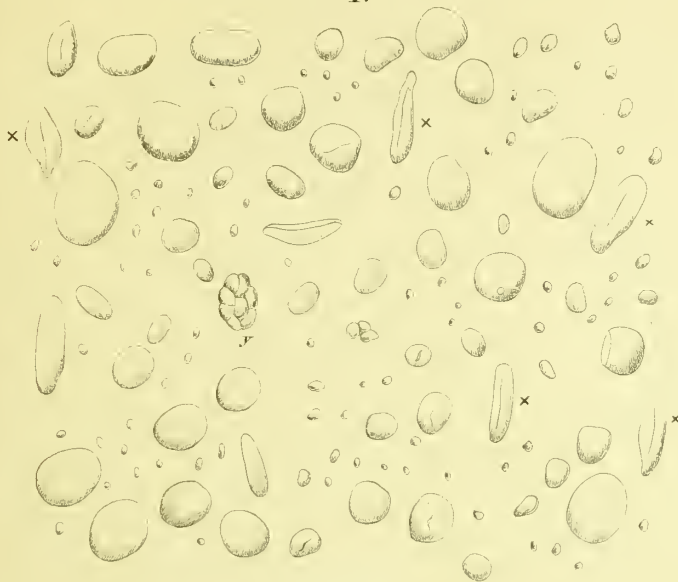
Erklärung der Abbildungen.

Vergröfserung: 300.

Fig. 1. Weizenstärke.
„ 2. Roggenstärke.
„ 3. Gerstenstärke.

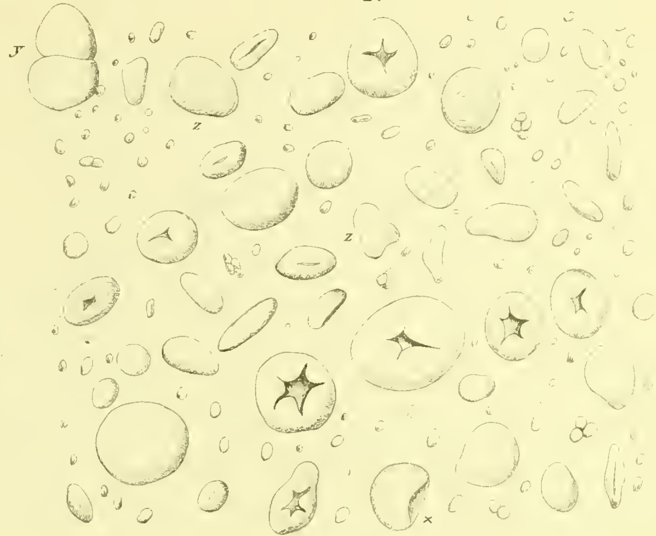
Fig. 4. Maisstärke
„ 5. Haferstärke.
„ 6. Reisstärke.

1.



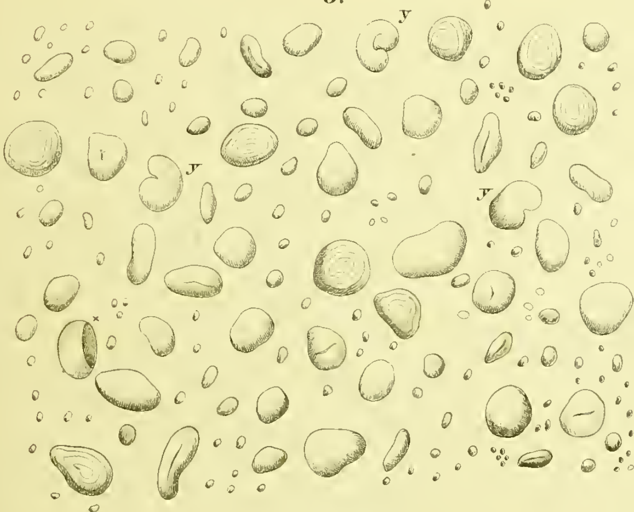
Triticum

2.



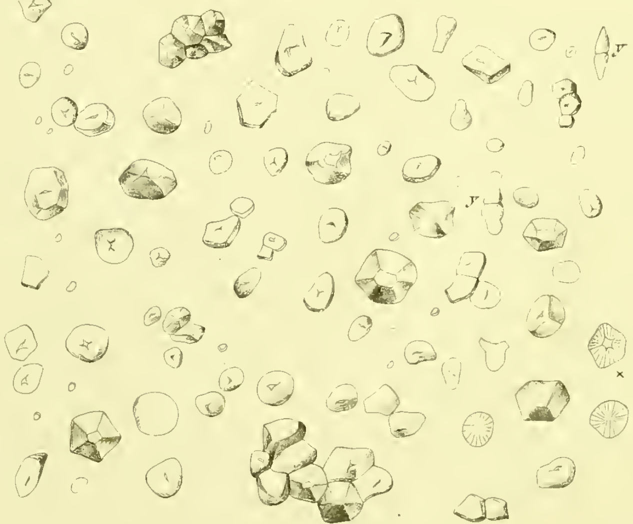
Secale

3.



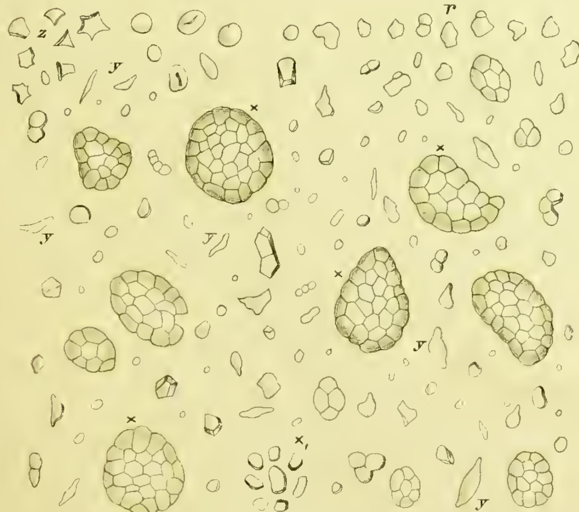
Hordeum

4.



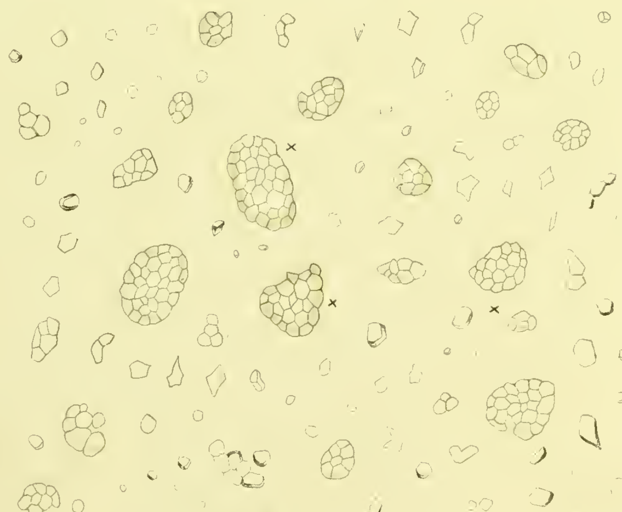
Mais

5.



Avena

6.



Oryza

Lith. Anst. v. C. Kirst, Leipzig.

Arrowroot.

Unter diesem Namen gehen alle tropischen Stärkesorten, gleichviel von welcher Pflanze sie stammen. Arrowroot ist also eine Gruppenbezeichnung, ein Sammelbegriff. Nur die Sagostärke, die auch ein Arrowroot, d. h. eine tropische Stärke ist, wird für gewöhnlich nicht mit diesem Namen bezeichnet. Das Arrowroot par excellence ist das westindische Arrowroot, das „Pfeilwurzelmehl" (Arrow = Pfeil, Root = Wurzel).

Arrowroot ist auch Bestandteil einiger Geheimmittel, so z. B. der Guruma.

Westindisches Arrowroot.

Jamaika-Arrowroot, Bermudas-Arrowroot, St. Vincent-Arrowroot, Natal-Arrowroot, Ararutamehl, Arrowroot par excellence, Marantastärke, Pfeilwurzelmehl, Arrowroot de la Jamaique. Amylum Marantae. Amylum Arrow. Kraftmehl.

Das westindische Arrowroot (Fig. 1) wird aus den Rhizomen von Maranta arundinacea L., M. indica Tuss. und M. nobilis Moore, die in den Tropen allenthalben kultiviert werden, in der Weise dargestellt, dafs die gewaschenen und geschälten Wurzelstöcke auf Mühlen zerquetscht werden, der Brei auf Sieben mit Wasser behandelt und die Stärkemilch in der gewöhnlichen Weise — Absetzenlassen, Trennen vom Wasser, Trocknen des Satzmehls — verarbeitet wird. Die Herstellung erfolgt hauptsächlich auf St. Vincent, in Natal, Queensland und auf den Bermuden (Long Island), aber auch auf Jamaika, Barbados, Tortola, in Brasilien (daher auch brasilianisches Arrowroot), Ostindien, besonders Ceylon und Madras (daher auch ostindisches Arrowroot), Neu-Süd-Wales, Madagaskar, Sierra leone und am Kap der guten Hoffnung (daher auch afrikanisches Arrowroot). Die als Natal-Arrowroot bezeichneten Stärkemehle meiner Sammlung sind sämtlich Marantastärke.

Das Handelsprodukt ist ein mattweisses, knirschendes, mit Brocken durchmischtes Pulver, dessen einzelne Stärkekörner mit der Lupe erkennbar sind.

Die mir vorliegenden zehn Handelsmuster stimmen im allgemeinen überein mit dem einzigen Unterschiede, dafs zwei als Bermudas-Arrowroot bezeichnete Sorten nicht den typischen Spalt, sondern einen runden Kern, bezw. eine runde Kernhöhle besafsen und eine gröfsere Zahl sehr grofser Körner aufwiesen. Sicher von Maranta indica stammendes Material (aus Java) zeigte den Spalt typisch, stimmte überhaupt mit der Handelsware gut überein.

Die Körner sind sehr verschieden gestaltet (Fig. 1); rundliche, ovale, ei- oder birnförmige bilden die Hauptmasse, daneben finden sich dreieckige, spindelige, keulen- oder birnförmige, ja bisweilen sogar viereckige oder rhomboidische. Einige (die „Leiter") sind seitlich genabelt. Viele, manchmal sogar alle Körner zeigen einen deutlichen, bald fast central, bald — und dies bildet die Regel — excentrisch, und alsdann meist am breiteren Ende gelegenen eigentümlichen, luftführenden, zwei-, drei- oder vierstrahligen gekrümmten Spalt, der im typischen Falle die Form eines schwebenden Vogels besitzt (Fig. 1, ×). Die Excentricität des Kerns beträgt meist $1/2 - 1/3$ ($1/1 - 1/4$). Die Schichtung ist bei den meisten Körnern deutlich, aber viel zarter als bei der Kartoffel. Die Körner sind meist dick rundlich oder, wenn abgeplattet, doch nur schwach abgeplattet — wie man sich leicht überzeugen kann, wenn man die Körner ins Rollen bringt. Zusammengesetzte Stärkekörner habe ich in keinem Material gefunden.

Die Gröfse der Körner variiert sehr, meist beträgt sie 30—40 mik, die kleinen Körner sind jedoch oft nur 7,5 bis 15 mik, die grofsen erreichen im normalen Falle, z. B. beim St. Vincent-Arrowroot, 45—55, selten 60 mik, und mehr. Beim Bermudas-Arrowroot, dessen Körner überhaupt im allgemeinen etwas gröfser sind als die des St. Vincent-Arrowroot, erreichen die gröfsten Körner 70—75 mik.

Westindisches Arrowroot liefert mit siedendem Wasser einen farb-, geruch- und geschmacklosen, durchsichtigen und schleimigen Kleister, der einen lichtbläulichen Schimmer besitzt.

Manihot.

Manioc, Cassave, brasilianisches Arrowroot, Mandioca, Amylum brasiliense seu Cassavae, Bahia-, Rio-, Para-Arrowroot, Tapiocastärke.

Das Manihot (Fig. 2) wird besonders in Brasilien, aber auch in anderen Tropengegenden (Guayana, Martinique, Guadeloupe, Travancore, Réunion, Senegal, Neukaledonien, im malaiischen Archipel, Malacca, Singapore) aus den grofsen, sehr stärkereichen Wurzelknollen der in den Tropen allenthalben kultivierten Manihotpflanzen Manihot utilissima Pohl (Jatropha Manihot), M. Aipi Pohl und M. Janipha dar-

gestellt. Manihot utilissima liefert die höchsten Erträge und wird daher vornehmlich kultiviert und verarbeitet. Das Cassavemehl ist ein ebenso wichtiges Nahrungsmittel wie Reis, Sago und Weizen.

Behufs Gewinnung der Stärke werden die geschälten und zerschnittenen Knollen gewaschen und durch Pressen von dem giftigen Safte befreit. Die getrockneten Stöcke werden vermahlen (Cassave- oder Maniokmehl), das Mehl behufs Gewinnung der Stärke geschlämmt.

Aus dem Cassavemehl wird aufser dem Cassavebrot auch sowohl in den Tropen (z. B. in Brasilien, Singapore), wie in Europa (z. B. in Frankreich) eine Sagoform dargestellt, die echte Tapioca, indem man die feuchte Stärkemasse durch Hindurchpressen durch Siebe „körnt" und diese Körner über freiem Feuer in flachen Metallschalen erhitzt. Ich besitze in meiner Sammlung Tapioca aus Singapore in runden Körnern im Durchmesser von 1—2 mm, 4—5 mm und 6 mm, die ganz dem Sago gleichen, aber auch Tapioca in Flocken (zusammengeballte Körner).

Die Stärkekörner sind zum weitaus gröfsten Teile zusammengesetzt, und zwar am häufigsten aus zwei Körnern, einem grofsen und einem sehr viel kleineren (Fig. 2, ×). Seltener sind die beiden Teilkörner etwa gleichgrofs, oder mehr wie zwei, z. B. drei Teilkörner (*y*, Fig. 2) zu einem zusammengesetzten Korne vereinigt. Übrigens zerfallen die zusammengesetzten Körner so leicht in ihre Teilkörner, dafs man sie in dem Mehle des Handels nur noch selten beisammen findet (×, Fig. 2). Das Mehl besteht daher vorwiegend aus den Teilkörnern. Dieselben haben, da die aus zwei zusammengesetzten Stärkekörner bei weitem prävalieren, meist die Form einer Kesselpauke, d. h. sie sind auf der einen Seite flach auf der anderen abgerundet. Für gewöhnlich sitzen einem Grofskorn ein (oder mehrere) Kleinkörner seitlich an. Daneben finden sich — als Nebenform — Körner, die mehreckig sind mit einer abgerundeten Seite. Sie stammen aus höher zusammengesetzten Körnern. Einfache Körner fehlen ganz oder sind zum mindesten sehr selten. Die Mehrzahl der Teilkörner besitzt einen rundlichen Umrifs. Namentlich die Grofskörner zeigen diese Gestalt. Sie sind, wenn die Ansatzstelle der Kleinkörner auf der abgekehrten Seite liegt, fast genau rund, ähnlich wie die Grofskörner des Weizens, doch sind sie nicht flach-scheibenförmig, sondern von kugeliger Form. Die Mehrzahl der Körner besitzt einen central gelegenen Spalt, der besonders bei den Grofskörnern sehr deutlich hervortritt und bei diesen eine sternförmige Gestalt annimmt (Fig. 2), aber auch die Kleinkörner führen einen Spalt. Schichten sind wenig deutlich.

Die Gröfse der Grofskörner beträgt im Maximum 25—33, bisweilen bis 36 mik, viele erreichen jedoch nur einen Durchmesser von 15—23 mik. Die Kleinkörner sind sehr verschieden grofs. Sie messen meist 5—15 mik, doch findet man auch kleinere und — seltener — gröfsere.

Sehr bemerkenswerte Unterschiede zeigen die Stärkekörner der nach Sagoart behandelten Manihotstärke, die Tapioca des Handels. Soweit bei dieser Tapioca noch Stärkekörner zu erkennen sind, zeigen dieselben, da ja die feuchte granulierte Stärke erhitzt wird (s. oben), alle Charaktere beginnender Verkleisterung, also in erster Linie eine starke Vergröfserung des Spaltes, bezw. Kerns, der nunmehr keine Luft, sondern Kleister führt (die Verkleisterung beginnt für gewöhnlich beim Kern) und häufig sich gegen die Bruchstelle hin trichterförmig erweitert (Fig. 2, *z* und Angew. Anatomie S. 86) — ferner Risse, Schichtung und Schalenbildung. Daneben sieht man alle Stadien weiter fortgeschrittener Verkleisterung: gequollene Körner mit dünner oder nur einseitiger Hülle, verbogene Körner, Kleisterballen (Fig. 2, *z* oben).

Tapiocamischungen sind die Tapioca Crecy (mit gepulverten Karotten), Tapioca julienne (mit Suppenkräutern), Tapioca au Cacao (mit Kakao).

Ähnlich der Cassavestärke ist die Beantreestärke gebaut, die aus den Samen von Castanospermum australe Cunn. in Australien dargestellt wird.

Queensland-Arrowroot.

Cannastärke, Tous les mois, Fécule de Toloman. Arrowroot von Neu-Südwales.

Das Queensland-Arrowroot (Fig. 3) wird besonders in Queensland, aber auch in anderen Tropengegenden, z. B. auf den kleinen Antillen, aus den Rhizomen von Canna edulis Edw., sowie C. indica L., C. Achiras Gill., C. coccinea Rosc. dargestellt. Es ist von allen Stärkesorten das grobkörnigste und schon mit blofsem Auge kann man einzelne Körner in demselben sehen. (Vergl. auch S. 220.)

Die Stärkekörner differieren in Form und Gröfse ziemlich. Doch prävalieren die grofsen von sackartiger Gestalt. Die Form ist etwas verschieden, je nachdem man die Körner von der Fläche oder von der Seite sieht. Denn obwohl die Körner nicht eigentlich scheibenförmig sind, sind sie doch auch nicht ganz rund. Man kann sie am besten als dicklinsenförmig bezeichnen. Die Flächenansicht ist wenig gestreckt, bisweilen isodiametrisch-rundlich, eiförmig oder breitsackartig, herz-, nieren-, birnförmig, das breitere Ende abgerundet, das schmälere Ende oft eingezogen (×, Fig. 3) oder breit genabelt (*y*, Fig. 3) oder eingezogen und genabelt (*z*, Fig. 3). Dort bisweilen mit einem dreieckigen, den Kern führenden Vorsprunge versehen. Für gewöhnlich liegt der Kern, dessen Excentricität in der Regel aufserordentlich ist: meist $^1/_5$—$^1/_7$ ($^1/_2$—$^1/_8$), an dem schmäleren Ende. Die Seitenansicht der Körner ist breit-elliptisch, keulen- oder birnförmig. Schichtung ist bei kleiner Blende für gewöhnlich an allen Körnern gut wahrzunehmen, oft scharf und grob. Die Körner sind gewöhnlich einfach, nicht zusammengesetzt, doch führen einige einen doppelten Kern (halb zusammengesetzte Körner). Der Kern pflegt spaltfrei zu sein.

In der Regel besitzen die Körner eine Länge von 60—70—95 mik, doch steigt die Länge nicht selten auf 110, ja 130 mik. Körner von 145 mik gehören jedoch zu den gröfsten Seltenheiten. Kleinere Körner sind dagegen nicht selten.

Körner von 18—27 mik findet man z. B. oft. Diese kleineren Körner sind meist oval.

Unter dem Namen Queensland-Arrowroot geht auch die Stärke von Zamia spiralis (siehe unter Sago).

Ostindisches Arrowroot.

Tikmehl, Tikur, Tikormehl, Curcumastärke, Travancorastärke, Amylum indicum, Farina Tik, Bombay-Arrowroot, Malabar- oder Tillichery-Arrowroot.

Das ostindische Arrowroot (Fig. 4) wird aus den Rhizomen der in Ostindien (besonders an der Malabarküste) gebauten Curcumaarten: Curcuma angustifolia Roxb. (Tikor, Madras, Benares), C. leucorhiza Roxb. (Berar), C. rubescens Roxb. (Travancore), die ein wichtiges, die Cerealien daselbst zum Teil vertretendes ostindisches Nahrungsmittel sind, dargestellt.

Die Stärkekörner (Fig. 4) sind ausgesprochen flachscheibenförmig, bieten daher ein durchaus verschiedenes Bild, je nachdem man sie von der Fläche oder von der Seite betrachtet. Von der Fläche betrachtet sind sie im allgemeinen von eiförmigem Umrifs, also an der einen Seite etwas breiter als an der anderen. An der schmäleren Seite besitzen sie der Regel nach einen Nabel oder einen dreieckigen Ansatz, der sogar bisweilen in einen ziemlich langen Fortsatz auslaufen kann und in dem stets der sehr excentrische Kern liegt. Die Excentricität des Kerns, der einen Spalt nicht zu führen pflegt, beträgt $^1/_5$—$^1/_{17}$, meist $^1/_7$—$^1/_{15}$. Seine Lage ist ohne weiteres nicht leicht festzustellen, da er der Regel nach hyalin ist. Mit Hilfe des Polarisationsmikroskopes gelingt es jedoch leicht, ihn aufzufinden und seine Lage festzustellen. Auch die Schichtung ist nicht immer gut zu sehen. Wo sie deutlich ist, ist sie sehr zart. Neben den eiförmigen Körnern finden sich als Nebenformen ovale, elliptische, gestreckt-dreieckige, länglich-viereckige, spatelförmige. Spalten und Risse fehlen.

Die typischen Körner messen 35—60 mik Länge, 25 bis 35 mik Breite und 7—8 mik Dicke. Die Länge steigt bisweilen auf 65—70, selten sogar bis 85 mik, die Breite auf 45 mik, die Dicke aber nur auf 10 mik. Die kleinen Körner, die man überhaupt, da bei ihnen am häufigsten die selteneren Formen gefunden werden, als Nebenform betrachten kann, messen in der Länge oft nur 15—25 mik, bei einer Breite von 15—20 mik. Unter den Stärkekörnern von Curcuma leucorhiza findet man bisweilen sehr grofse Körner von einer Länge von 100, ja 140 mik.

Mit Sappanholzauszug gefärbt liefert Curcumastärke ein Färbemittel, den Gelâl der indischen Bazare. Gefärbte Curcumastärke habe ich auch einmal als Verfälschungsmittel der Kamala beobachtet.

Als „ostindisches Arrowroot" bezeichnet man auch bisweilen in Ostindien gewonnene Stärkesorten anderer Provenienz (Maranta-, Cassave-, Canna-, Cycadeen-, Palmenstärke).

Tahiti-Arrowroot.

Fécule de pia, Williams Arrowroot, Taccastärke.

Die Taccastärke (Fig. 5) wird auf Tahiti, aber auch in anderen tropischen Ländern (Indien, Brasilien) aus den Knollen von Tacca pinnatifida dargestellt.

Die Stärkekörner (Fig. 5) sind ziemlich unregelmäfsig von Gestalt. Die meisten — der Typus — sind rundlich-eiförmig dick, nicht linsenförmig. Einzelne sind rundlich-dreieckig, abgerundet-rhombisch, gestreckt-elliptisch. Die kleinen Körner — Nebenform — sind oval. Die Schichtung ist fast bei allen Körnern sehr schön zu sehen. Die Schichtung ist relativ grob, die Schichten sind breit. Der Kern ist entweder rundlich oder von einem mehrstrahligen, luftführenden Spalte durchsetzt. Er liegt entweder nahezu in der Mitte — der seltenere Fall — oder etwas excentrisch, meist $^1/_2$—$^1/_3$, bald dem breiteren, bald dem schmäleren Ende genähert. Auch bei den kleinsten Körnern liegt der Kern excentrisch. Bisweilen finden sich zwei Kerne.

Die gröfseren Körner messen 38—50, einige 60—70, die gröfsten bis 85 mik, die kleineren Körner, die die Nebenform bilden, messen meist 15—25 mik.

Portland-Arrowroot.

Die Knollen von Arum maculatum L. werden in Südeuropa und Nordafrika hier und da auf Stärke verarbeitet. Ebenso bisweilen die Knollen von A. italicum Lam. und esculentum L.

Die Arumstärke (Fig. 6) ist relativ klein, die gröfsten Körner messen nur 21 mik, viele 7—15, die kleinsten gar nur 3—7 mik. Die meisten isolierten Körner der Handelsware sind Teilkörner zusammengesetzter Stärkekörner. Sie besitzen daher eine abgerundete Seite und eine oder mehrere Bruchflächen. Die Zahl der Teilkörner, die die zusammengesetzten bilden, ist, nach den Bruchkörnern zu schliefsen, nie eine sehr hohe, oft 2—8. Neben den Teilkörnern finden sich dann noch kleine rundliche Füllstärkekörner.

Die meisten Körner und wohl alle gröfseren besitzen einen Spalt, der central gelegen ist und oft mehrstrahlig erscheint.

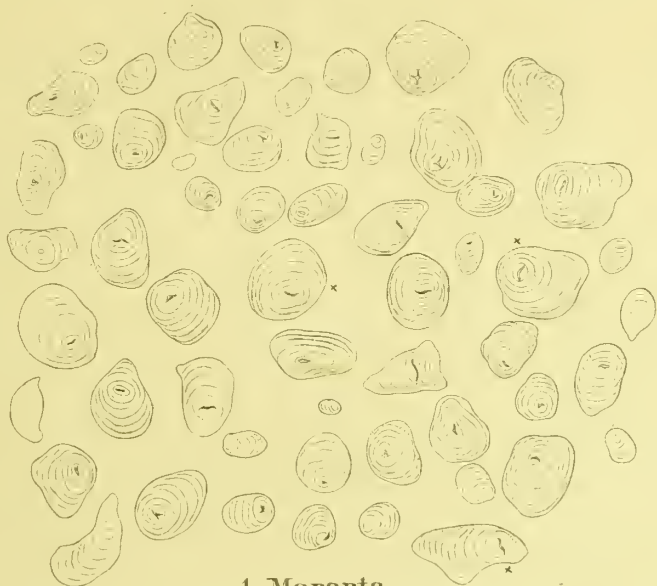
Nicht selten findet man zwischen den Körnern Raphiden oder deren Bruchstücke (*kr*, Fig. 6).

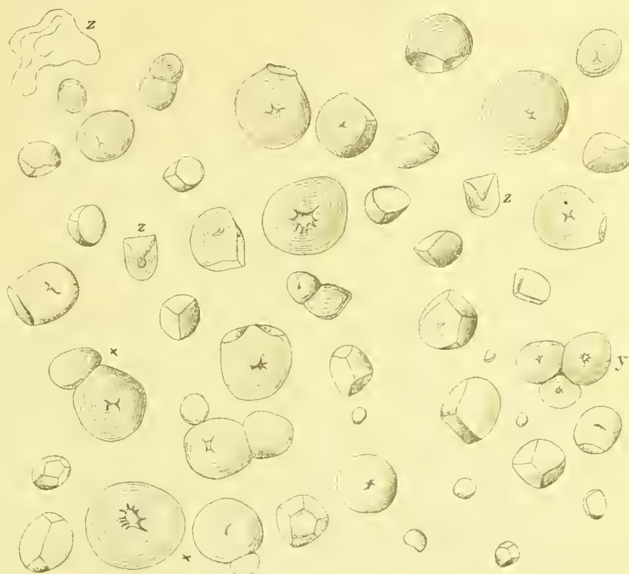
Tafel 51.

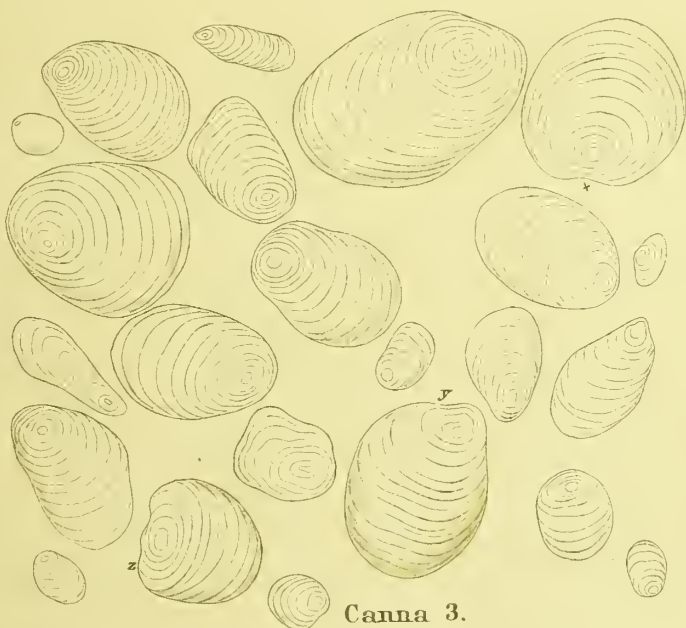
Erklärung der Abbildungen.

(Vergröfserung 300.)

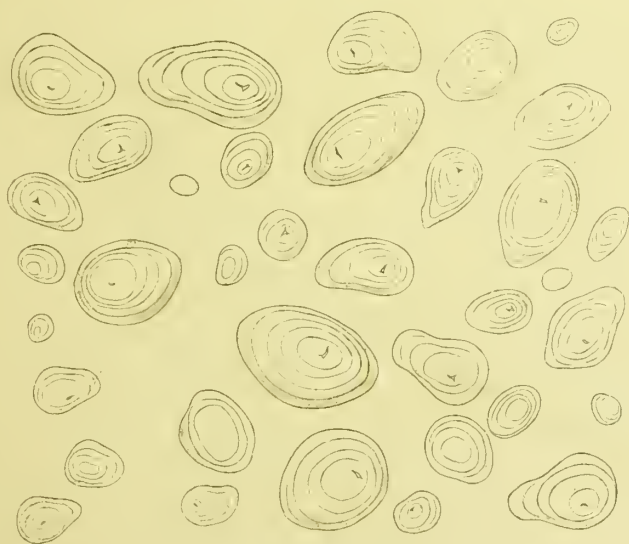
Fig. 1. Westindisches Arrowroot (Marantastärke).
„ 2. Maniot (Manihotstärke).
„ 3. Queensland-Arrowroot (Cannastärke).
Fig. 4. Ostindisches Arrowroot (Curcumastärke).
„ 5. Tahiti-Arrowroot (Taccastärke).
„ 6. Portland-Arrowroot (Arumstärke).

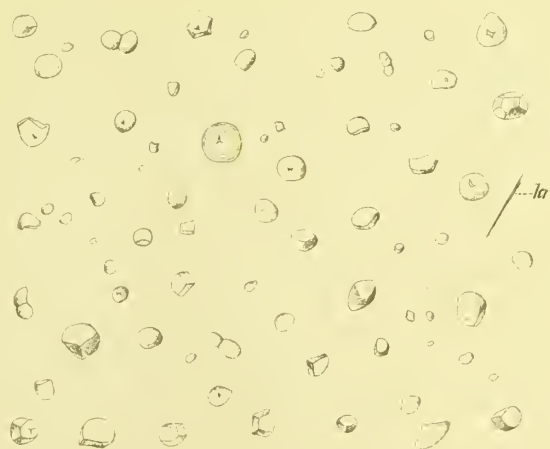

1. Maranta


2. Manihot


Canna 3.


4. Curcuma


5. Tacca


6. Arum

Lith. Anst. v. C. Kirst, Leipzig.

Arrowroot.

(Fortsetzung.)

Brasilianisches Arrowroot.

Batatenstärke, Fécule de batate.

Das brasilianische Arrowroot (Fig. 1) wird aus den Knollen der in den Tropen (z. B. in Indien) allenthalben angebauten Batatas edulis Chois. dargestellt.

Die Stärkekörner der Batate sind zum gröfsten Teile zusammengesetzte Stärkekörner, die aber sehr leicht in die Teilkörner zerfallen, so dass in dem Batatenmehle des Handels nur sehr selten noch zusammengesetzte Körner zu finden sind. Die Körner, die man in ihm findet, zeigen entweder eine oder mehrere Bruchflächen, meist zwei bis drei, so dass man schon hieraus schliefsen kann, dafs zu zwei oder drei zusammengesetzte Körner im Mehle prävalieren. Die höchste von mir sicher beobachtete Zahl der Teilkörner betrug sechs, doch scheinen auch höher zusammengesetzte vorzukommen. Die Teilkörner sind meist 25—35 mik grofs, bisweilen erreichen sie eine Gröfse von 38—45 mik, ja sogar 55 mik, die kleinen besitzen einen Durchmesser von 15—22 mik. Schichtung ist nur bei einigen deutlich, ein rundlicher Kern oder ein luftführender, zwei oder mehrstrahliger Spalt häufig. Die Bruchfläche ist, besonders bei den zu zweien zusammengesetzten Körnern, oft gewölbt (×, Fig. 1). Die Excentricität des Kernes beträgt meist $^1/_2$ bis $^2/_5$. Die Form der Körner ist sehr mannigfaltig. Je nachdem dieselben die Teilkörner von aus zwei oder mehr zusammengesetzten Körnern sind, wechselt ihre Form natürlich sehr. Sehr viele sind konisch, bisweilen sitzt einem grofsen Korn ein sehr viel kleineres an, dann liegt neben einem grofsen Korne mit kleiner einseitiger Bruchfläche ein kleines halbkugeliges Korn. Es kommt aber auch öfter vor, dafs einem grofsen Korne mehrere kleinere ansitzen. Überhaupt dürfte es Regel sein, dafs die Teilkörner eines zusammengesetzten Kornes nicht gleich grofs sind. Jedenfalls gehört es zu den Seltenheiten, dafs die Körner gar nicht zusammengesetzt sind. Doch findet man stets neben den Teilkörnern hie und da einige rein rundliche Körner (z, Fig. 1), „Kugeln“, woraus hervorgeht, dafs auch nicht zusammengesetzte Körner vorkommen. Diese gehören ihrer Gröfse nach zu den Formen mit gröfstem Durchmesser. Oft sind es geradezu die gröfsten. Ihr Spalt liegt central.

Zwei andere mit „brasilianischem Arrowroot“ bezeichnete Muster meiner Sammlung stimmten ganz mit der obigen Beschreibung überein. Bei dem einen mafsen die „Kugeln“ meist 20—30, beim anderen 20—40 mik im Durchmesser. Der Kern war rundlich. Auf der südamerikanischen Ausstellung in Berlin fand ich unter der Bezeichnung Gomma de batata ein Stärkemehl, das dem oben beschriebenen in allen Punkten glich, nur zeigten die grofsen Körner mit ein oder mehreren Ansatzstellen auffallend unregelmäfsige Formen. Sie zeigten oft deutliche Einbuchtungen.

Aus der Martiusschen Sammlung stammend, liegt mir eine Batatenstärke (Gomma de batata) vor, die in den Formen ganz mit der oben beschriebenen übereinstimmt, besonders auch neben den zahlreichen Teilkörnern grofse, nicht zusammengesetzte rundliche Körner aufweist, die gröfser sind als die Teilkörner. Doch ist bei dieser Stärke ein Spalt nur selten zu beobachten und die Gröfse differiert sehr stark. Die Mehrzahl der Körner mifst nur 7—15 mik im Durchmesser und die gröfsten rundlichen nur 18—26 mik.

Guyana-Arrowroot.

Yamswurzel-Stärke, Dioscorea-Stärke.

Das Guyana-Arrowroot ist die Reservestärke der Wurzelknollen zahlreicher, in den Tropen kultivierter Dioscorea-Arten, wie Dioscorea alata, D. sativa L., D. villosa, D. bulbifera L., D. glabra Roxb., D. aculeata L., D. tomentosa Koenig, D. nummularia Lam., D. japonica Thbg. u. a.

Von dieser Stärke liegen mir zwei ganz verschiedene Muster vor. Das eine besteht aus kleinen Stärkekörnern, das andere vorwiegend aus grofsen. Auch die Formen differieren. Das erstere ist in der Mitte, das zweite am Rande der Fig. 2 dargestellt.

Das kleinkörnige Stärkemehl besteht aus Körnern, die meist eine Länge von 15—19 mik haben, doch steigt die Gröfse bis auf 22—30 mik. Die Körner sind sehr unregelmäfsig von Form, bald gestreckt, bald dreieckig, eirund oder rhombisch, bald gekrümmt, bald buckelig, oft mit einem Längsspalt versehen (Fig. 2 in der Mitte). Da und dort zeigt ein Korn eine halbkugelige Einbuchtung oder auch deren zwei (×, Fig. 2). Die Körner sind dicklinsenförmig.

Das grofskörnige Stärkemehl besteht aus Körnern, die meist eine Länge von 30—38 mik (bisweilen bis 42 mik) haben, doch ist dasselbe durchmischt mit sehr viel kleineren, rundlichen oder eckigen, bisweilen sogar scharfkantigen Körnern, die nur einen Durchmesser von 7,5—15 mik haben

und die oft die Teilkörner zusammengesetzter sind. Die grofsen Körner, die den Typus bilden, sind unregelmäfsig von Form, doch regelmäfsiger als die oben beschriebenen. Die Eiform dominiert und die abgerundet dreieckigen Körner. Daneben finden sich gekrümmte Formen und abgerundet-rhombische. Die Körner sind dicklinsenförmig (*y*, Fig. 2). Ein Kern oder ein Spalt sind oft zu sehen, auch Schichtung ist bisweilen deutlich, freilich nicht immer; wenn vorhanden, dann erscheint sie dicht und scharf. Der Kern pflegt am schmalen Ende des Kornes stark excentrisch zu liegen.

Bananenstärke.

Auch die Bananenstärke geht bisweilen unter dem Namen Guyana-Arrowroot, obwohl sie keineswegs nur in Guyana, sondern auch in anderen tropischen Gebieten dargestellt wird. Mir liegen z. B. Muster aus Porto Rico und Bermudas vor.

Sie ist die in ziemlich beträchtlicher Menge im Fruchtfleische der Hauptobstfrucht der Tropen, besonders des tropischen Asiens, der Banane oder des Pisang, Musa paradisiaca L., abgelagerte Reservestärke, die durch Ausschlämmen des Fruchtfleischbreies mittelst Wasser isoliert werden kann.

Die Stärkekörner sind im Durchschnitt ziemlich grofs und sehr unregelmäfsig gestaltet (Fig. 3), bald sind sie breit rundlich-viereckig, bald gestreckt eiförmig oder oblong oder gar wurst-, flaschen- oder keulenförmig. Auch stark verbogene Formen sind häufig. Am bemerkenswertesten aber erscheinen die aus zwei oft ziemlich gleichgrofsen Teilkörnern bestehenden zusammengesetzten Stärkekörner (×, Fig. 3), deren beide Teilkörner meist gleichsinnig gebogen zu sein pflegen, so dafs das Ganze oft die Gestalt einer Sichel besitzt. Die Körner sind ziemlich dick-linsenförmig, so dafs sie, von der Seite betrachtet, wie in *y*, Fig. 3, dargestellt erscheinen. Schichtung ist oft deutlich. Der rundliche, stark excentrische Kern liegt oft am breiteren Ende, manchmal aber auch am schmäleren.

Die gröfsten Körner messen meist 45—65 mik, die mittleren 22—34 mik, die kleinsten rundlichen Körner, die in geringer Menge beigemischt sind, nur 4—12 mik. Bei einer Bananenstärke des Handels, die ich Oberdörffer verdanke, mafsen die grofsen Stärkekörner 60—75 mik. Die Form der Körner war die gleiche.

Bei einer aus Bermudas stammenden Bananenstärke bestand das Mehl fast ausschliefslich aus scharf- und dichtgeschichteten (ich zählte bisweilen fast 100 Schichten), gestreckt-wurstförmigen oder finger- bezw. flaschenförmigen Körnern, die oft stark gebogen und nicht selten bis 100 mik lang waren, bei nur relativ geringer Breite. Sie sehen oft aus wie Fig. 3, *z*.

Diese erhebliche Gröfsendifferenz der Körner ist offenbar darauf zurückzuführen, dafs verschiedene Varietäten des Pisang zur Darstellung der Stärke herangezogen wurden. Vom Pisang sind gegen 100 Varietäten in Kultur.

Sago.

Im Grundparenchym ihres Stammes speichern die Sagopalmen, Arten der Gattung Metroxylon Rottb., besonders M. Sagus, Rumphii, laevis, Koenigii, reichlich Stärke, um sie zur Zeit der Blüte und Fruchtreife wieder zu verbrauchen. Diese Reservestärke des Stammes ist es, die als Sago gewonnen wird, und zwar durch das ganze Verbreitungsgebiet der Sagopalmen von Malacca und Sumatra im Westen bis zu den Fijiinseln im Osten, von Siam und Mindanao im Norden bis zu den kleinen Sunda-Inseln und Neu-Guinea im Süden. Hauptsächlich ist jedoch der Osten des Gebietes Sago produzierend. Die Gewinnung (vergl. Tschirch, Indische Heil- und Nutzpflanzen, S. 163) erfolgt durch Ausschlämmen des ausgekratzten Rohmehles mittelst Wasser in ziemlich primitiver Weise. Das Mehl enthält, in dieser Form gewonnen, noch reichlich Pflanzenreste. Durch abermaliges Schlämmen wird es von denselben getrennt und dann entweder als Sago Flour in den Handel gebracht oder (meist in Singapore) granuliert (Pearl Sago). Um aus dem geschlämmten Sagomehl Perlsago zu machen, wird das Schlemmwasser abgelassen, der feuchte, am Boden sitzende Kuchen herausgenommen und an der Sonne bis zur krümeligen Trockne gebracht; darauf in Stücke zerschlagen und gesiebt; die auf dem Siebe liegenden Stücke werden weiter zerklopft, das Durchfallende in einen gespreizten Sack geschüttet und in diesem so lange gerüttelt, bis sich die Körner rundlich gescheuert haben. Man nennt diese Prozedur „Perlen“. Darauf wird das beim Perlen sich stets ergebende Mehl abgesiebt, der geperlte Sago durch verschiedene grobmaschige Siebe in feinkörnigen und grobkörnigen sortiert, nochmals in Säcken gerüttelt und endlich auf flachen, eisernen, schwach erwärmten Pfannen so lange „gerollt“, d. h. geröstet, bis die Körner oberflächlich verkleistert sind. Manche Fabriken perlen nur ohne zu rollen. Die ungerollten Körner sind weifs, die gerollten partiell glasig. Die mir vorliegenden Muster geperlten Sagos haben drei Gröfsen, die kleineren messen 1 mm, die gröfseren 1,5—2 mm, die gröfsten 2,5—3 mm im Durchmesser, alle zeigen an ihren Stärkekörnern alle Stadien der Verkleisterung, während die Körner des Sago Flour, von dem mir ebenfalls mehrere Muster vorliegen, die ich, ebenso wie den Perlsago, aus Singapore mitgebracht, keine Verkleisterungserscheinungen darbieten. Wohl aber zeigen einzelne Körner der Muster Veränderungen, wie sie bei der Stärke gekeimter Samen (vergl. z. B. Fig. 5 und Taf. 48, Fig. 11) oder ausgetriebener Kartoffeln zu beobachten sind, sie sind korrodiert, oder zeigen grofse Centralhöhlen oder zahlreiche Radialrisse oder andere Erscheinungen, die Zeichen beginnender Auflösung sind. Wodurch diese Veränderungen hervorgerufen wurden, ist nicht mehr zu ermitteln. Ob die Stärke zu einer Zeit aus der Pflanze gewonnen wurde, wo sie schon in der Auflösung begriffen war, d. h. also zu einer Zeit kurz vor der Blüte, oder ob die Stärke durch beginnende Fermentierung während des Schlämmens angegriffen wurde, kann durch den Befund an dem fertigen Materiale nicht mehr entschieden werden. An eine Dextrinierung der Körner in-

folge von gelinder Röstung kann nicht wohl gedacht werden, da sie in Öl betrachtet das gleiche Bild bieten als in Wasser. Andere mir vorliegende Sagostärke zeigte diese Erscheinungen nicht. Sagostärke, bezw. Sagomehl, mit Zellfragmenten, Haaren, Sclereiden u. dergl. untermischt, also ungeschlämmt, ist im Handel jetzt selten zu finden. Keineswegs ist das Fehlen von Zellfragmenten ein Zeichen, dafs Sagostärke, bezw. eine andere Palmenstärke nicht vorliegt, wie das Vorkommen von dergleichen Bildungen nicht unbedingt auf Palmenstärke deutet.

Die Stärkekörner des Sago-Flour, der ein weifses oder grauweifses, bezw. rötlichweifses Pulver bildet, besitzen zwei verschiedene Formen, die einen sind einfach, die anderen zusammengesetzt. Die einfachen Körner (die Nebenform) sind meist sehr grofs, 50—65 mik, oft eirund oder nahezu eirund oder etwas gestreckt oval-länglich. Sie besitzen meist am breiteren Ende des Kornes einen ziemlich stark excentrischen Kern, bezw. an seiner Stelle eine zwei- bis mehrstrahlige Kernspalte.

Den Typus bilden jedoch zusammengesetzte Körner sehr eigentümlichen Baues (Fig. 4). Es gruppieren sich nämlich um ein auffallend grofses Hauptkorn, welches eine Länge von 52—68 (selten bis 80) mik besitzt, aber auch kleiner — 30—45 mik — sein kann, ein oder mehrere (bis 5, meist 2—3) Nebenkörner, die für gewöhnlich nur einen Durchmesser von 10—20 mik besitzen. Die Kleinkörner sitzen meist kurzen Vorstülpungen des Grofskornes mit flacher Ansatzstelle oder dem verschmälerten Ende desselben an. Wenn mehrere Nebenkörner vorhanden sind, so sitzen sie der Regel nach nicht weit voneinander (Fig. 4, ×). Im Sago-Flour sowohl wie im geperlten Sago sind jedoch der Regel nach die Nebenkörner vom Hauptkorn abgefallen, da sie sich sehr leicht von demselben abtrennen. Das Hauptkorn zeigt alsdann, besonders deutlich wenn mehrere Nebenkörner vorhanden waren, die vorgestülpten kurz- und breitästigen Ansatzstellen (Fig. 4) und erscheint dadurch höckerig.

Das Hauptkorn ist länglich, trapezförmig oder dreieckig-rhombisch oder zuckerhutförmig, überhaupt sehr mannigfach in Gestalt, kaum je abgeplattet, meist beim Rollen rundlich. Schichtung ist bisweilen zu sehen. Der Kern liegt excentrisch, $^1/_2$—$^1/_4$, selten bis $^1/_7$, und ist meist von einem ein- oder mehrstrahligen Spalt durchzogen. Die Nebenkörner sind halbkugelig, mützen- oder tiaraförmig, erheblich kleiner als das Hauptkorn (im äufsersten Falle $^1/_6$ desselben lang), stets mit einer mehr oder weniger runden, meist ebenen, selten gekrümmten Ansatzstelle versehen.

Im geperlten Sago findet man natürlich ganz die gleichen Formen, daneben aber beobachtet man alle Stadien der Verkleisterung der Körner (Fig. 4, *a*, *b*, *c*). Die Verkleisterung beginnt in den inneren, weicheren, wasserreichen Schichten. In den ersten Stadien der Verkleisterung (*a*) zeigen die Körner eine grofse Centralhöhle, die sich oft durch einen Kanal nach aufsen öffnet, in den späteren (*b*) ist die Höhle stets ganz offen, in den letzten (*c*) ist das ganze Korn in einen Kleisterballen von unregelmäfsigem Umrisse und zarter Kontur übergegangen.

Der Grad der Verkleisterung ist keineswegs bei den einzelnen Sagosorten und den Körnern einer Sorte gleich. Er hängt begreiflicherweise von dem Grade der Erhitzung ab.

Ein (als von Saguerus Rumpfii stammend bezeichnetes) Sagomehl aus Java stimmte im allgemeinen mit der obigen Beschreibung überein, namentlich fehlten auch ihm jegliche Zellreste. Die Hauptkörner hatten selten einen Spalt, meist einen rundlichen Kern, und zeigten bisweilen eigentümliche, meist gekrümmte Zapfen oder hornartige Ansätze, die oft bizarr verbogen waren. Die Nebenkörner waren oft sehr flach.

Auch von anderen Palmen wird Stärke gewonnen, so besonders von Borassus flabelliformis L. (der Palmyrapalme) in Ostindien, wenig von Arenga saccharifera Labill. (der Zuckerpalme) auf den Sangir-Inseln, auf Celebes und Java, wenig auch von Caryota urens L. (in Indien), und den Chamaeropsarten in Nordamerika. Mehr werden die Cycadeen zur Stärkegewinnung herangezogen, so z. B. Zamia spiralis in Australien, Zamia pumila, angustifolia und tenuis in Westindien, Zamia media Jaqu. in Ostindien und Cycas revoluta und Cycas circinalis in Japan und China.

Die Stärke der Palmyrapalme ist der echten Sagostärke ähnlich, weicht aber doch in einigen Punkten davon ab. Namentlich sind hoch zusammengesetzte Stärkekörner hier häufiger.

Auch andere Stärkesorten werden zur Bereitung von Sago herangezogen, so pflegt der deutsche und französische Sago aus Kartoffelstärke (manchmal auch aus Weizenstärke), der brasilianische Sago aus Batatenstärke, der Portlandsago aus Arumstärke bereitet zu werden. Auch die Tapioca (S. 226) ist als eine Sagoart zu betrachten.

Stärke aus gekeimtem Weizen.

Wie schon oben (S. 219) erwähnt, wird die in den Reservebehältern der Samen aufgespeicherte Stärke bei der Keimung aufgelöst. Die Auflösung erfolgt vornehmlich nach zwei Typen. Die eine dieser Typen findet sich z. B. bei der Bohne. Hier erfolgt die Auflösung vieler Stärkekörner durch Abschmelzen von aufsen (Taf. 48, Fig. 11). Der andere Typus findet sich z. B. beim Weizen (Fig. 5). Hier geht der Prozefs in folgender Weise vor sich. Zuerst entsteht ein Spalt, resp. der parallel zur Kornfläche streichende erweitert sich. Es treten Radialrisse auf und die anfangs gar nicht oder nur schwach sichtbare Schichtung wird deutlich (Fig. 5 *a*). Hierauf beginnt in den inneren Schichten des Kornes, und zwar in den wasserreicheren, die Auflösung, so dafs zunächst koncentrisch ineinander geschachtelte Schalen entstehen, die durch mehr oder weniger breite Zwischenräume voneinander getrennt sind (Fig. 5 *b*). Dann verbreitert sich der Spalt und sendet neue Strahlen durch die Schichten (Fig. 5 *c*). Nunmehr beginnt auch die Korrosion in allen Schichten, besonders in den äufsersten, so dafs der Umrifs des Kornes jetzt ein

sehr unregelmäfsiger wird (Fig. 5 *d*). Schliefslich zerfällt dann das Korn in einzelne Fragmente (Fig. 5 *e*), die sich allmählich vollständig auflösen.

In keimendem Getreide findet man alle diese Stadien nebeneinander. Da die Auflösungserscheinungen sehr charakteristisch sind (Fig. 5), so ist es leicht, eine Beimengung gekeimten Getreides zu dem Mehle mikroskopisch festzustellen.

Dextrin.

Das Dextrin wird entweder durch Rösten der Stärke — meist wird Kartoffelstärke benutzt — bei 180—200° oder durch Behandeln der Stärke mit verdünnten Säuren (Salzsäure, Schwefelsäure, Salpetersäure, Oxalsäure) oder endlich, wenn schon sehr selten in praxi, durch Einwirkung von Diastase auf Stärke dargestellt. Stets ist das Produkt, das man bei diesen Prozessen erhält, ein Gemenge erstlich von noch unveränderter Stärke, sodann von verschiedenen Zwischenprodukten: Amylogen, Amylodextrin, Erythrodextrin und Achroodextrin, und endlich von Dextrin selbst (Maltodextrin) und Zucker.

Äufserlich sind die Kartoffelstärkekörner fast gar nicht verändert, und wenn man das Dextrin in Öl betrachtet, so findet man an den Stärkekörnern kaum eine Veränderung. Nur die Kernhöhle erscheint gröfser und enthält stets eine Gasblase (Fig. 6 *a*), bisweilen ist wohl auch ein grofser Spalt sichtbar. Niemals aber ist der Umrifs des Kornes verändert. Äufserlich macht sich daher die tiefgreifende Veränderung, die das Korn erlitten, nicht bemerkbar. Selbst das schwarze Kreuz ist bei Betrachtung mit dem Polarisationsmikroskope noch unverändert zu erkennen. Trägt man jedoch das Dextrin in einen Tropfen Wasser ein, so sieht man alsbald, welche Veränderungen vorgegangen (Fig. 6). In den ersten Stadien der Dextrinierung hat sich der Spalt erweitert und die innersten Schichten sind gelöst, die Schichtung ist deutlich geworden. In den ferneren Stadien hat eine Schalenbildung parallel den Schichten Platz gegriffen und die Dextrinierung ist besonders in den äufseren Schichten und hier in den wasserreicheren erfolgt. Das als Einlegeflüssigkeit dienende Wasser bringt denn auch in diesen Schichten die gröfsten Veränderungen hervor. Das Dextrin und der Zucker lösen sich und die wasserarmen Schichten bleiben als zarte Häute zurück, die den noch solid gebliebenen, mit Jod sich blau oder violett färbenden Rest allseitig oder einseitig wie Schalen umgeben.

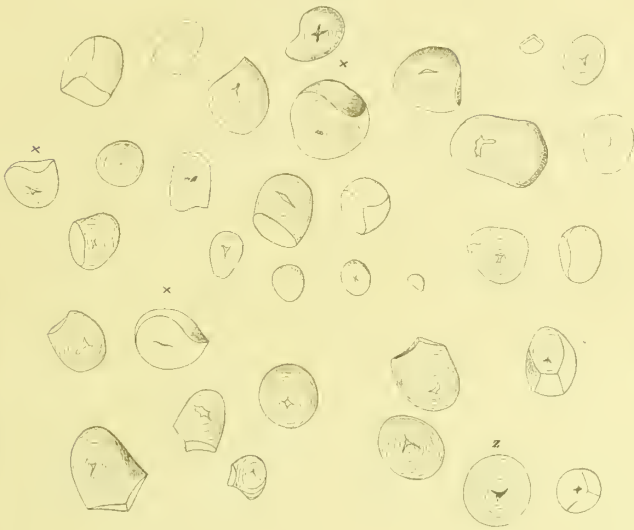
Tafel 52.

Erklärung der Abbildungen.

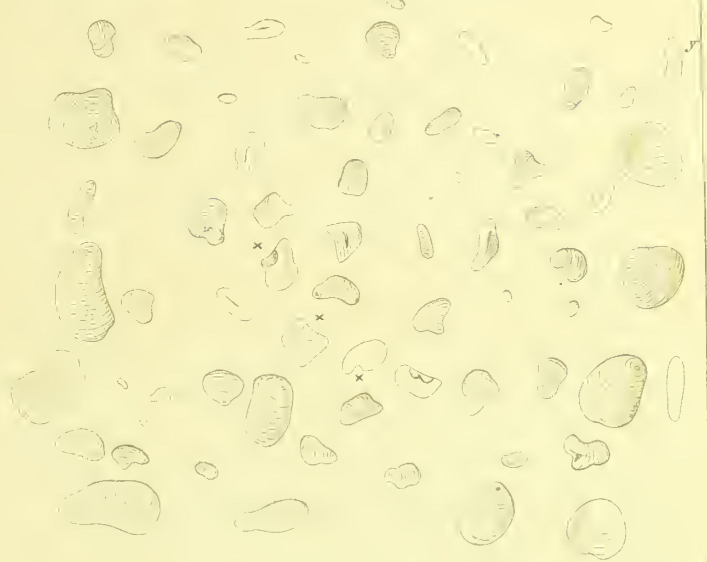
(Vergröfserung 300.)

Fig. 1. Brasilianisches Arrowroot (Batatenstärke).
„ 2. Guyana-Arrowroot (Dioscoreastärke).
„ 3. Bananenstärke.
Fig. 4. Palmen-Sago.
„ 5. Stärke aus gekeimtem Weizen.
„ 6. Dextrinierte Stärke.

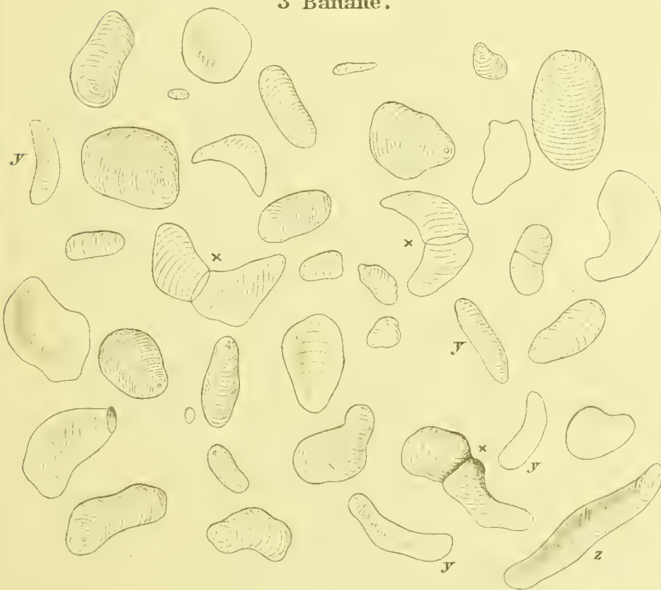
1 Batate



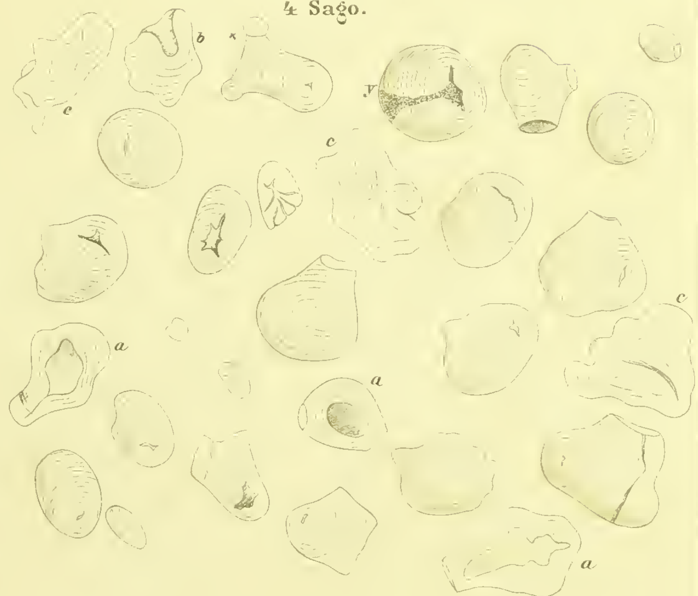
2 Dioscorea.



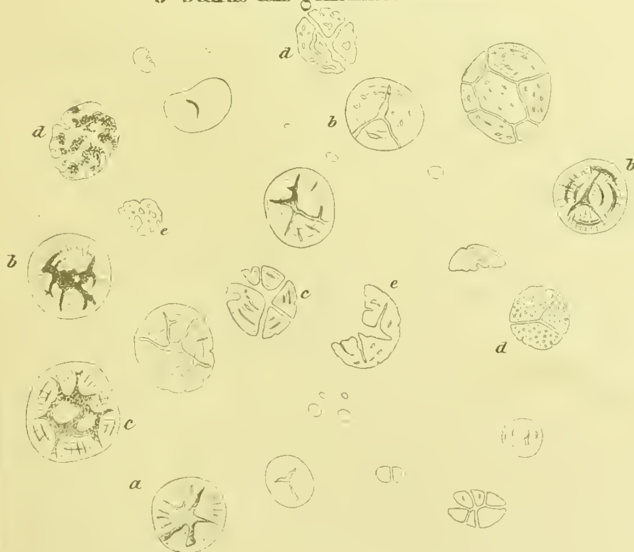
3 Banane.



4 Sago.



5 Stärke aus gekeimtem Weizen.



6 Dextrin.



Lith. Anst. v. C. Kirst, Leipzig.

Kartoffelstärke.

Amylum Solani, Fécule de pomme de terre, Potato starch.

Der Knollen der Kartoffel, Solanum tuberosum L., ist ein Stammknollen. Er ist aufsen von einer mehrreihigen Korkzellschicht bedeckt (Angew. Anatomie S. 273), innerhalb welcher ein relativ stärkearmes Parenchym folgt. Je weiter man nach Innen zu vorschreitet, um so gröfser werden die Zellen und um so stärkereicher das Gewebe. Zarte, in einen lockeren Kreis gestellte Bündel durchziehen das zartwandige Gewebe, das vornehmlich als eine hypertrophische Erweiterung des Markkörpers betrachtet werden mufs. Das Gewebe enthält bei den meisten Sorten farblosen Zellsaft, bei den rotschaligen Varietäten in den subcorticalen Schichten roten Zellsaft, bei der roten Sorte solchen auch in den Zellen der inneren Gewebe. Bisweilen finden sich in den Zellen der äufseren Schichten auch Proteïnkristalloide in Rhomboëderform.

Kartoffelstärke wird in grofser Menge fabrikmäfsig dargestellt, namentlich in Frankreich, dann in Deutschland, Österreich, Italien und Nordamerika. Die gewaschenen und zerriebenen Knollen werden ausgewaschen, die Stärke aus dem Breie abgeschieden, gereinigt und getrocknet. Das Waschen geschieht in Trommeln, das Zerreiben in eigenartigen Zerkleinerungsmaschinen, die so konstruiert sind, dafs die Zellen zwar geöffnet, die Membranen aber nicht allzusehr zerrissen oder gar die Stärkekörner verletzt werden. Beim Völckerschen Verfahren werden die in Scheiben zerschnittenen Knollen einer Gärung unterworfen und dann ausgewaschen. Auch zum Abscheiden der Zellhäute und dem Auswaschen (Sieben) der Stärke aus dem gewonnenen Breie mittelst fliefsenden Wassers werden Maschinen verwendet: Siebe mit und ohne Bürsten, Flachsiebe, Cylindersiebe, Rüttelsiebe von verschiedener Maschenweite u. s. w. Das Absüfsen und Reinigen der Stärke geschieht durch Absetzen (im Sedimenteur) und Waschen (im Laveur). Das so erhaltene Produkt (Schlemm-, Schabe- und Hinterstärke) geht dann in die Schlämmapparate oder Schleudermaschinen und wird nach dem Abtropfen des Wassers in Trockenkammmern bei höchstens 40⁰ getrocknet („erstes Produkt"). Der Rückstand vom Auswaschen des Reibsels in den Sieben, die Pulpe oder Kartoffelfaser (vornehmlich Zellwand- und Korkreste, daneben kleine Mengen Zucker, Eiweifs, Pektin enthaltend) liefert das „zweite Produkt" oder wird verfüttert oder zu Düngezwecken benutzt oder in den Brennereibetrieb eingeführt, oder der Maische des Bieres zugesetzt, oder zu Stärkesirup verarbeitet, oder als Mehlsurrogat verwendet. In der Kartoffelfaser sind höchstens 10 Proz. Stärke enthalten. Mehr als 80 Proz. der Stärke der Kartoffel werden als Stärkemehl nicht gewonnen.

Kartoffelmehl und Kartoffelstärke werden im Handel nicht unterschieden. Das Kartoffelmehl pflegt auch Kartoffelstärke zu sein.

Im Handel findet sich die Kartoffelstärke entweder in Pulverform oder in unregelmäfsigen Stücken, Brocken (Brockenstücke, Schäfchen) oder in Form runder, geprefster Stengelchen (Stengel- oder Kristallstärke). Sie ist glänzend, selten ganz rein weifs, meist schwach gelblich und besitzt meist einen schwachen, krautartigen Geruch, besonders beim Behandeln mit Schwefelsäure oder Salzsäure. Die „grüne" Stärke des Handels enthält 35—40 Proz., die „fliefsende" Stärke 16 bis 18 Proz., die trockene 8—15 Proz. (meist 12 Proz.) Wasser.

Die Stärkekörner (Fig. 1) sind sehr charakteristisch. Ihre Gröfse variiert aufserordentlich. Von ganz kleinen, nur wenige Mikromillimeter grofsen, findet man alle Übergänge bis zu Körnern von 70, 90 ja 100 mik und mehr Längsdurchmesser.

Die typische Form der Kartoffelstärke ist sehr charakteristisch. Es sind einfache, grofse Körner, die sehr deutlich geschichtet sind und deren Kern excentrisch liegt, Excentricität $^1/_3$, $^1/_4$ bis $^1/_6$. Der Kern liegt am schmäleren Ende. Ein Spalt fehlt meist, wo vorhanden, ist er zweistrahlig. Ihre Form ist unregelmäfsig, drei- oder viereckig abgerundet, oft rhombisch, keil-, ja sogar beilförmig oder eirund, ellipsoidisch, nie abgeplattet oder zerklüftet, bisweilen mit eingebogener Begrenzungslinie. Als Nebenform findet man kleine rundliche und mittelgrofse, halb- oder ganz (zu zwei oder drei) zusammengesetzte Körner (Fig. 1, *x* und *y*) mit oft tiaraförmigen Teilkörnern und weniger deutlicher Schichtung, ferner eirund-muschelförmige, abgerundet drei- oder mehreckige Körner.

Der Kern liegt aber selbst bei den kleinsten Körnern excentrisch, wie das Polarisationsmikroskop lehrt.

Der Längsdurchmesser der gröfsten Körner beträgt meist 75—110 mik, der der mittleren 45—65 mik, der der kleinen meist 15—25 mik, die kleinsten sind nur wenige Mikromillimeter lang. Die gröfsten Körner erkennt man schon mit blofsem Auge als helle Pünktchen.

Die Schichtung der grofsen Körner ist so deutlich, wie kaum bei einem anderen Stärkemehl aufser einigen Arrowroots. Besonders charakteristisch für die Kartoffelstärke ist zudem, dafs neben zahlreichen sehr feinen Schichten stets eine oder mehrere kräftiger hervortreten (Fig. 1).

Kartoffelstärke wird in der Papierfabrikation, zum Stärken der Wäsche (allein und mit Zusatz von Stearinsäure, Walrat, Gummi, Borax und Berlinerblau, bezw. Smalte oder Ultramarin: Glanzstärke, Lazulin), zum Appretieren feiner Gewebe, zur Weberschlichte, beim Zeugdruck, zur Kleisterdarstellung, zur Darstellung von Stärkezucker, Stärkesirup und Dextrin (s. d.), zur Herstellung von Nahrungsmitteln (Nudeln, geringwertige Maccaroni, Vermicelli, falschen Sago), sowie auch selbst als Nahrungsmittel oder Nährmittel allein oder in Ge-

misch mit anderen Stärkesorten (Kraftmehl, Amidon, Solanta, Semoule d'Igname), zu Puder (Poudre de riz, Blanc végétal, Poudre de Serail) und zur Celluloidbereitung benutzt. Fast alle weifsen Schreibpapiere geben die Stärkereaktion. Sie enthalten 2—8 Proz. Stärke. Der Kartoffelsago oder die Kartoffeltapioka (imitierte oder deutsche Tapioka, deutscher Sago) kommt in kleinen weifsen oder durchscheinenden oder rötlichgelben Kügelchen in den Handel, die ganz dem echten Sago gleichen. Die Stärkekörner dieses Sago sind auch partiell verkleistert, aber meist nicht so stark als beim echten Sago.

In Gemischen ist Kartoffelstärke, die bisweilen zur Verfälschung anderer, aber nur feiner Mehle benutzt wird (die beste Kartoffelstärke ist teurer als die feinsten Weizenmehle), leicht mikroskopisch zu erkennen; hauptsächlich an den grofsen Körnern, dann aber vornehmlich daran, dafs nicht nur die grofsen, sondern auch die kleinen Körner einen excentrischen Kern besitzen, was am besten mittelst des Polarisationsmikroskopes festgestellt wird: die Balken des Kreuzes (Angew. Anatomie S. 89) schneiden sich stets im Kern. Andererseits kommt es vor, dafs der Kartoffelstärke Cerealienmehle oder Cerealienstärke als Verfälschungsmittel zugesetzt werden. Diese Beimengungen sind ebenfalls leicht zu ermitteln (vergl. Taf. 50 u. Taf. 41—45), vorausgesetzt, dafs nicht nur sehr geringe Mengen zugesetzt wurden. Denn die Stärke von Weizen, Gerste und Roggen besitzt einen centralen Kern oder Spalt und nie sind in der Kartoffelstärke scheibenförmige Körner mit rundlichem Umriss zu finden, die, von der Seite betrachtet, linsenförmig erscheinen. Auch hoch zusammengesetzte Körner (Taf. 50, Fig. 1, *y*) und deren Teilkörner fehlen der Kartoffelstärke ganz. Selbstverständlich ist eine Beimischung von Reis-, Hafer-, Buchweizen- oder Maisstärke zu Kartoffelstärke noch viel leichter zu ermitteln (vergl. Taf. 50, Fig. 4—6, Taf. 53, Fig. 5). Auch zur Verfälschung von Würsten und Seifen wird Kartoffelstärke benutzt. In Wurstmasse ist oft 50 Proz. Stärkekleister verarbeitet, in Seifen 25 Proz. Stärke, ohne dafs man es äufserlich wahrnimmt.

Die „Feuersicherheitsstärke, Feuerschutzstärke", die zum Stärken der Wäsche benutzt werden, um diese gegen Entflammbarkeit zu schützen, sind Gemische von Stärke (Kartoffel-, Weizenstärke) mit Bariumsulfat und Natriumwolframat, Borax und Natriumwolframat oder Ammonsalzen in Anwendung.

Kastanienstärke.

Amylum Hippocastani, Fécule de Marronnier d'Inde.

Die dicken, fleischigen Kotyledonen der Samen von Aesculus Hippocastanum L. sind dicht erfüllt mit Stärkemehl, welches, obwohl ihm ein bitterer, bezw. herber Geschmack anhaftet, in einigen Gegenden (z. B. in Frankreich) in der Weise dargestellt wird, dafs man die enthülsten und vermahlenen Samen ausschlämmt. Die dabei abfallende Faser oder Pulpe dient als Viehfutter. Das schön reinweifse Stärkemehl kann durch Behandeln mit sehr verdünnter Sodalösung entbittert werden.

Die Stärkekörner (Fig. 2) sind sehr charakteristisch und folgen dem Leguminosentypus (Fig. 3 u. 4). Sie sind aber höchstens mit denen der Eicheln zu verwechseln, denn sie sind kleiner als die ihr nächst verwandte Bohnenstärke.

Als Typus können folgende Formen gelten. Gestreckte, finger- oder keulen-, bezw. birnförmige, seltener drei- oder viereckige, gerade oder gekrümmte Körner mit einem hellen, selten lufterfüllten, centralen Längsspalt, sowie buckelige Formen. Schichtung ist meist nicht deutlich (in Wasser betrachtet), da und dort aber zu erkennen. Die Länge dieser typischen Körner, die stets die gröfsten des Mehles sind, beträgt meist 25—30 mik. Hier und da bemerkt man tangentiale Spalten und radiale Risse.

Als Nebenform finden sich kleinere ovale oder rundliche oder unregelmäfsig gestaltete Körner, die nur eine Gröfse von 10—20 mik erreichen, sowie ganz kleine rundliche von nur wenigen Mikromillimetern Durchmesser. Da und dort finden sich auch (meist zu dreien) zusammengesetzte Körner (×, Fig. 2), auch wohl einmal ein halb zusammengesetztes Korn. Bei den zusammengesetzten Körnern ist manchmal, nicht immer, das eine Korn gröfser als die beiden anderen (*y*, Fig. 2).

Bei der Eichelstärke, der Reservestärke der Kotyledonen von Quercus Robur L., die in der Länge der Körner der Kastanienstärke sehr nahekommt (die gröfsten Körner sind etwas gröfser als die gröfsten der Kastanienstärke, bis 38 mik), prävalieren die gekrümmten Stäbchen und buckelige, unregelmäfsige, aber fast stets gestreckte Formen derart, dafs neben ihnen kaum eine andere Form zur Geltung kommt. Keulige Körner fehlen.

Bohnenstärke.

Amylum phaseoli.

Aus Bohnen wird Stärkemehl (Fig. 3) in geringer Menge dargestellt. Die Hauptmasse aber wird als Bohnenmehl in den Handel gebracht. Das Bohnenmehl und die Bohnenstärke sind bereits oben beschrieben worden (Taf. 48 und S. 212 und 213). Bohnenstärke verkleistert sehr leicht.

Behufs Gewinnung der Bohnenstärke werden die Bohnen, nachdem man sie hat quellen lassen, zerquetscht und der Brei ausgeschlämmt. Auf den schiefen Ebenen, über die man die Milch laufen läfst, setzen sich die gröfseren Körner ab, die kleineren gehen mit den Aleuronkörnern gemischt in die

Klärbassins und werden nicht gewonnen. Die Bohnenstärke besteht daher fast nur aus den großen Körnern (Fig. 3).

Der Typus der Bohnenstärke (Fig. 3 und Taf. 48, Fig. 10) ist bohnenförmig, längsgestreckt oder elliptisch, in einigen Fällen selbst zum Rhombus neigend. Stets ist ein starker, schwarz erscheinender, meist vielfach bizarr verzweigter Längsspalt, selten ein Querspalt vorhanden. Schichtung ist meist deutlich. Die gröfsten Körner sind kleiner als die gröfsten der Erbse (vergl. S. 212).

Als Nebenform der Bohnenstärke kommen in erster Linie, und zwar zahlreich, runde und rundlich-eiförmige Körner vor, die jedoch auch einen dunklen Längsspalt besitzen, ferner dreieckige und ganz kleine rundliche Körner.

Ähnlich wie die Stärke von Phaseolus vulgaris, multiflorus u. a., die sich nicht voneinander unterscheiden läfst, ist auch die Stärke der Faba-, Lablab- und Vicia-Arten gestaltet. Etwas abweichend ist die Dolichosstärke: oval, klein, mit starkem, dunklen Längsspalt.

Die Stärke von Phaseolus multiflorus var. niger, Phaseolus vulg. var. oblongus, Faba vulg. var. equina, Dolichos sinensis, Lablab vulg. und Vicia sativa ist auf Taf. 49 abgebildet. Diese Tafel ist zu vergleichen.

Erbsenstärke.

Amylum Pisi.

Die Stärke der Pisumvarietäten wird nur in beschränktem Mafse in gleicher Weise wie Bohnenstärke (s. d.) dargestellt. In den Handel gelangt meist nur Erbsenmehl. Dieses, sowie die Erbsenstärke, sind bereits oben beschrieben und abgebildet (Taf. 47, S. 209 und 210).

Der Typus der Erbsenstärke (Fig. 4 und Taf. 47, Fig. 19) ist vorwiegend rundlich. Die Körner sind oft mit wulstigen Austreibungen versehen. Die Schichtung ist oft in allen Zonen deutlich zu sehen oder fehlt ganz. Der Spalt fehlt oder erscheint, wenn vorhanden, nicht so dunkel wie bei der Bohnenstärke. Querspalten sind nicht selten, Radialrisse häufig. Der Längsdurchmesser der gröfsten Körner ist gröfser als der der gröfsten der Bohne (vergl. S. 210).

Als Nebenform kommen Körner mit Längsspalt, ähnlich denen der Bohne, ferner wenige gestreckte und ganz kleine rundliche Formen vor.

Die Auflösungserscheinungen, die die Erbsenstärke beim Keimen der Samen zeigt, sind auf Taf. 48, Fig. 11, dargestellt.

Dem Typus der Erbsenstärke folgt die Stärke der Kotyledonen von Lathyrus sativus. Sie ist auf Taf. 49, Fig. 3, dargestellt.

Zwischen Erbsen- und Bohnenstärke liegt die Stärke von Cicer arietinum (Taf. 49, Fig. 5), und Ervum lens (Taf. 48, Fig. 20). Beide nähern sich jedoch meist dem Erbsentypus mehr als dem Bohnentypus.

Hirsenstärke.

Amylum panici, Fécule de Millet.

Die Früchte der Hirse, Panicum miliaceum L., werden für gewöhnlich nur entspelzt, nicht gemahlen, in den Handel gebracht. Hirsenstärke wird nur in geringer Menge in England dargestellt. Neben der gemeinen oder Rispenhirse werden auch Kolbenhirsen (Setaria germanica und italica) gebaut und verwendet. Die Samen der Hirsefrucht, die von festen glatten Spelzen umgeben ist, besitzen, wie die anderer Cerealien, ein sehr stärkereiches Endosperm, bei dem man ein peripherisches, helles, glasiges Hornendosperm und ein centrales, lockeres, weifses Mehlendosperm unterscheiden kann (vergl. z. B. den Mais S. 222). Im Hornendosperm liegen die Körner so dicht aneinander, dafs sie sich polyedrisch abplatten (Fig. 5, *y*), und demgemäfs vieleckige, kristallartige Körner bilden, im Mehlendosperm liegen sie locker gehäuft in den Zellen und sind daher rundlich (Fig. 5, *z*), nicht abgeplattet. Demgemäfs wird man denn auch in dem Mehle (Fig. 5) zwei Formen auffinden: rundliche, fast genau kugelige Körner und scharfkantig-eckige, fast krystallartige Körner. Da jedoch das Hornendosperm bei weitem überwiegt, so findet man im Mehle vorwiegend scharfkantige Körner und die rundlichen treten zurück. Beide zeigen oft einen Centralspalt. Beide haben etwa die gleiche Gröfse. Die meisten messen 7—12 mik, einige 13 und nur sehr wenige 15—23 mik. Schon dieser Umstand unterscheidet die Hirsenstärke auf das bestimmteste von der viel gröfseren Maisstärke (Taf. 50, Fig. 4), mit der sie sonst das gemeinsam hat, dafs Mehl- und Hornendospermkörner nebeneinander gefunden werden und dafs die Hornendospermkörner oft auch im Mehle noch zu mehreren zusammenhängen (Fig. 5, *y*).

Aufser dem typischen Hornendosperm, bei dem die eckigen Körner eng aufeinander liegen, und dem typischen Mehlendosperm, bei dem die Körner locker in den Zellen liegen, giebt es nun hier noch eine Mittelform, wo abgerundet eckige Körner durch zwischengelagerte, sehr kleine, oft nur 2—3 mik grofse Körnchen voneinander getrennt sind (Fig. 5, ×). Diese kleinen Körnchen sind nicht Stärke. Sie färben sich mit Jod gelb, gehören also wohl zu den Aleuronkörnern, jedenfalls sind es Eiweifskörper. Sie liegen den Stärkekörnern oft so fest auf, dafs sie Eindrücke auf diesen hervorbringen. Daher erscheint die Oberfläche einiger Körner bei der Hirse warziggrubig (Fig. 5, *u*).

Dies ist bei der Reisstärke (Taf. 50, Fig. 6), mit der die Hirsenstärke ebenfalls einige Ähnlichkeit hat, nicht der Fall. Abgesehen davon, dafs die Reisstärke nur in ihren gröfsten Körnern die Gröfse der Durchschnittskörner der Hirse erreicht, fehlen ihr so gut wie ganz Mehlendospermkörner und der Hirse andererseits zusammengesetzte Körner (Taf. 50, Fig. 5, ×).

In der Gröfse liegt die Hirsenstärke zwischen Mais und Reis.

Buchweizenstärke.

Amylum fagopyri, Haidekornstärke, Fécule de Sarrasin ou blé noir.

Die dreikantige, schwarzbraune Frucht des Buchweizen, Polygonum Fagopyrum L., wird in steigendem Mafse, nachdem sie zuvor geschält, auf Stärke und auch auf Mehl verarbeitet. In geringerer Menge wird auch Polygonum tartaricum L. und Polygonum emarginatum gebaut und verwendet.

Durchschneidet man die Frucht quer, so findet man, dafs der eiweifsreiche Embryo, der stark S-förmig gekrümmt ist, in reichliches Stärkeendosperm eingebettet ist. Das letztere läfst ein Horn- und ein Mehlendosperm erkennen. Das Hornendosperm nimmt die Peripherie des Samens ein, während das Mehlendosperm im Innern (also dem Embryo an-)liegt. Auch anderwärts (beim Mais, bei der Hirse u. a.) liegt das Mehlendosperm in der Nähe des Keimlings bezw. Scutellums, das Hornendosperm aufsen. Im Hornendosperm liegen die Stärkekörner so dicht aufeinander, dafs sie sich gegenseitig abplatten und polyedrisch, kantig, krystallartig erscheinen. Neben ziemlich grofsen Körnern, die bisweilen eine Gröfse von 15 mik erreichen, liegen hier ziemlich kleine, die nur etwa halb so grofs sind. Die Körner des Mehl- und Hornendosperms besitzen oft eine centrale Kernhöhle.

Im Mehle findet man die Körner des Hornendosperms und die des Mehlendosperms etwa zu gleichen Teilen. Die Hornendospermkörner sind verschieden grofse, meist 6—10 mik, selten bis 15 mik im Durchmesser messende, polyedrische, aber nicht sehr scharfkantige Körner, die bisweilen Radialrisse besitzen. Die Mehlendospermkörner sind rundliche Körner von 4—8 mik Durchmesser. Daneben finden sich Körner, rundliche und eckige, die nur 1,5—3 mik messen.

Die Buchweizenstärke ist also im Durchschnitt viel kleiner als die Maisstärke, etwas kleiner als die Hirsestärke und nur in den Extremen gröfser als die Reisstärke, von der sie sich aber erstlich dadurch unterscheidet, dafs sie runde Körner führt, und ferner dadurch, dafs sich in der Buchweizenstärke sehr eigentümlich zusammengesetzte Körner als „Leiter“ finden. Diese letzteren (Fig. 6, ×) bilden entweder einfache Reihen oder mannigfach verbogene oder gelappte Gebilde; am häufigsten sind gekrümmte Stäbchen. Die Einzelkörner dieser eigentümlich zusammengesetzten Körner sind bisweilen so innig miteinander verschmolzen, dafs eine Begrenzungslinie zwischen ihnen kaum wahrzunehmen ist. Auch Reihen von 3—6 Körnern (Fig. 6, *y*) finden sich da und dort, dagegen fehlen rundliche oder eckige Konglomerate, wie sie der Reis und der Hafer besitzt, im Buchweizen vollkommen.

Taumellolchstärke.

Da der giftige Taumellolch, Lolium temulentum L., ein Getreideunkraut ist, so können seine Früchte in das Getreide und die Fruchtschalfragmente und die Stärke (Fig. 7) in das Mehl gelangen. Sie sind in demselben sehr schwer zu diagnostizieren, denn die Stärke stimmt fast ganz mit der Haferstärke überein und auch der Bau der Spelzen ist ähnlich dem der Haferspelzen. Doch ist beim Lolch alles zartwandiger. Die Sclerenchymschichten fehlen oft ganz. Die Schlauchzellen sind deutlicher als beim Hafer. Jedenfalls ist es nur unter Heranziehung der Kleiebestandteile möglich, Hafer und Lolch zu unterscheiden. Die Stärke stimmt bei beiden überein (vergl. Taf. 50).

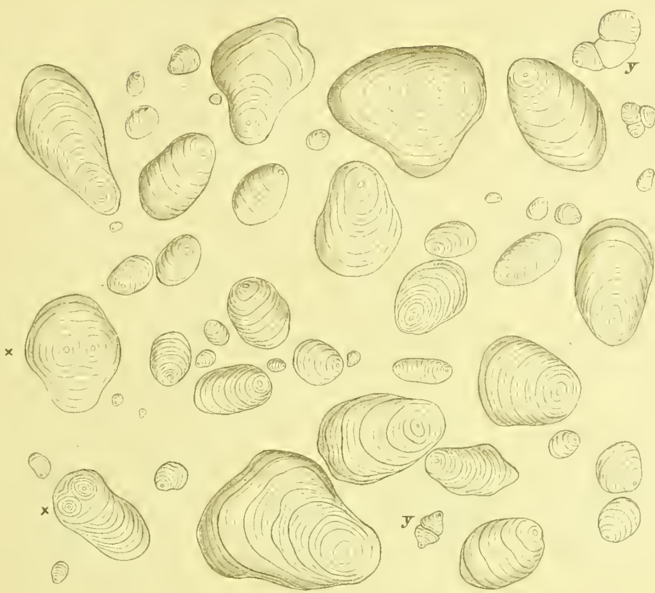
In eine Grundmasse kleiner Füllstärkekörner sind zahlreiche zusammengesetzte Stärkekörner von ovaler Form (Fig. 7, ×) eingebettet, die im einfachsten Falle aus zwei, im kompliziertesten aus sehr zahlreichen Teilkörnern bestehen und meist einen Längendurchmesser von 25—65 mik besitzen. Die Füllstärkekörner, sowie die Teilkörner der zusammengesetzten (Fig. 7) sind meist 2—5 mik grofs, die gröfsten 7,5 mik. Sie sind also etwas kleiner als die entsprechenden Körner der Haferstärke. Auch sind die charakteristischen „Spindeln“ der Haferstärke (S. 223) beim Lolch sehr selten oder fehlen ganz.

Tafel 53.

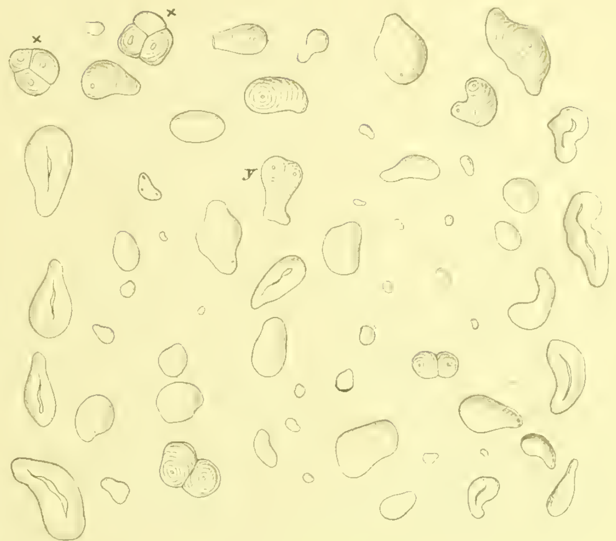
Erklärung der Abbildungen.

(Vergröfserung 300.)

Fig. 1. Kartoffelstärke.
„ 2. Kastanienstärke.
„ 3. Bohnenstärke.
„ 4. Erbsenstärke.
Fig. 5. Hirsestärke.
„ 6. Buchweizenstärke.
„ 7. Taumellolchstärke.

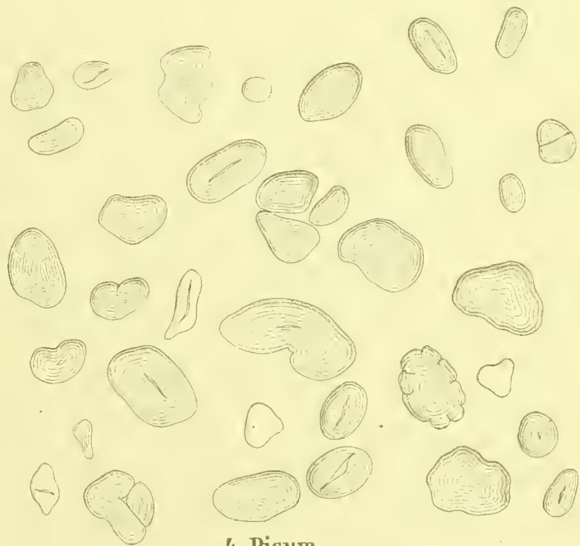


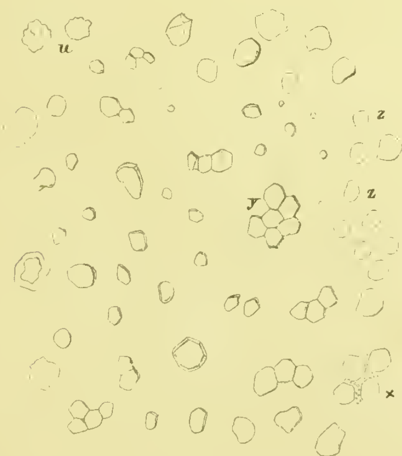
1. Solanum.



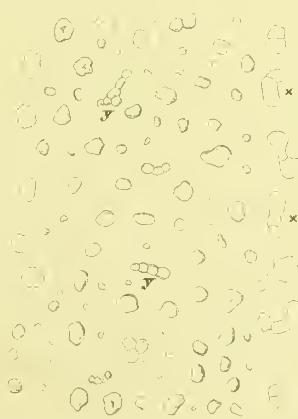
2. Aesculus.


3. Phaseolus.

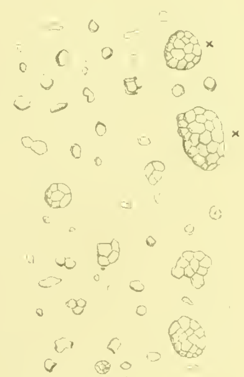

4. Pisum.



5. Panicum



6. Fagopyrum



7. Lolium temulent.

Lith. Anst. v. C. Kirst, Leipzig

Rhizoma galangae.

Galgant, Rhizome de Galanga, Galangal.

Die Rhizome des Galgant Alpinia officinarum Hance sind Sympodien (Fig. 1 u. 2). Die Speichersprofsregion ist im typischen Falle sieben Internodien lang. Sie läuft an der Spitze in die die Blätter und die Inflorescenz tragende vegetative Region aus. Betrachten wir aus der Droge ausgelesene Stücke, so finden wir folgendes: Die älteste Speichersprofsregion (Sprofs I, Fig. 1 u. 2), die am hinteren Ende (bei ×) im Absterben begriffen ist, ist 7 bis 9 Internodien lang. An den Knoten sitzen manschettenförmig ringsum laufende Niederblätter (*Nbl*). In der Achsel des Blattes 6 entspringt nun ein Seitensprofs (II, Fig. 1 u. 2) und in der Achsel des Blattes 7 ebenfalls ein solcher (II,). Letzterer ist jedoch stets dünner und schmächtiger als der vorhergehende. Dann folgt in der Achsel des Blattes 8, welches an der Grenze der Speicherregion steht, eine kleine Knospe (*Kn*, Fig. 1 u. 2). Diese Knospe, die ziemlich über dem Sprosse II liegt, kann im Knospenzustande verharren (Fig. 1 u. 2). Sie kann aber auch austreiben und dies geschieht gar nicht selten, ja man findet sogar in jedem Drogenmuster Stücke, wo diese Knospe ausgetrieben ist. Alsdann entspringt daselbst ein verhältnismäfsig schmächtiger Seitensprofs (Fig. 2, II,,). Im typischen Falle folgt nun ohne weitere Blattorgane der vegetative Sprofs, der sich über den Boden erhebt. Bisweilen jedoch, und zwar besonders häufig bei schmächtigen Rhizomen, aber auch bei dickeren, folgt noch ein Niederblatt und in der Achsel desselben wieder eine Knospe. Auch diese Knospe kann austreiben und treibt in der That bisweilen aus. Wenigstens fand ich sie bei in Java gegrabenen Rhizomen ausgetrieben und zu einem kurzen Speichersprofs entwickelt. Bei der Droge sah ich sie nie ausgetrieben, und auch die Knospe war nur selten zu finden, ob auch diese fehlt, ist hier nicht ganz sicher zu ermitteln, da der vegetative Sprofs bei der Droge ziemlich tief unten abgeschnitten wird. Je mehr dieser Knospen austreiben, um so dichter und verfilzter erscheinen natürlich die Rhizome. Die Insertion der Sprosse erfolgt, wie es scheint, in $^2/_5$ Spirale. Im einfachsten Falle sind also beim Galgant zwei Seitensprosse vorhanden, ein dickerer und ein dünnerer, und der Stuppen des vegetativen Sprosses liegt „in der Gabel", im äufsersten Falle sind vier Seitensprosse vorhanden und der vegetative Sprofs ist beiseite gedrückt. Jeder der beiden Seitensprosse II und II, verhält sich nun genau wie der relative Hauptsprofs I und dadurch kommt das Sympodium zu stande. Es entwickelt aus der Achsel seines sechsten (oder siebenten) Blattes einen stärkeren (III) und aus der Achsel seines siebenten (oder achten) Blattes einen schmächtigeren Seitensprofs (III,), zeigt in der Achsel des achten (oder neunten) Blattes eine Knospe (*kn,*) und läuft dann in den vegetativen Sprofs II bez. II, aus. Das gleiche Spiel setzt sich dann an den Sprossen III fort. Mehr als vier Speichersprossregionen habe ich an ein und demselben Exemplare nie gefunden, bei weiterer Fortsetzung der Verzweigung stirbt die älteste Sprofsregion ab. Bei der Droge findet man selten drei völlig ausgebildete Sprofsregionen. Meist entsprechen die Stücke der Fig. 1 u. 2, d. h. die Sprofsregion III endet mit breiter Schnittnarbe. In der Entwicklung ist der stärkere Sprofs (II bez. III), der übrigens bisweilen (z. B. bei Fig. 1) nur wenig stärker ist als der andere (II, bez. III,), meist gefördert (Fig. 2). Dort, wo er den andern nur wenig übertrifft, ist auch eine entsprechende Förderung nur wenig zu bemerken und nur wenige Verzweigungen sind gebildet. Gegen die Spitze hin nimmt die Speichersprofsregion für gewöhnlich an Dicke zu, sie erscheint keulig, das fünfte oder sechste Internodium pflegt das dickste zu sein, doch verjüngt sich bisweilen oberhalb dieser die Speichersprofsregion wieder ein wenig.

Die Niederblätter sind für gewöhnlich nur als ganz schmale Manschetten sichtbar, doch sind sie bisweilen auch wirklich blattartig und einige Millimeter lang, besonders in den oberen Regionen. Sie laufen entweder in geschlossenem Kreise ringsum — der gewöhnliche Fall — oder der Kreis schliesst sich nicht und die Enden laufen ein Stück aneinander vorbei. Stets sind die Niederblätter heller von Farbe als das dunkel zimmtbraune Rhizom, meist gelblich, oft kraus und runzlig. Das Rhizom zeigt die zimmtbraune Farbe auch auf dem Querschnitte.

Die Speicherregion ist bald erheblich dicker als der Rest der vegetativen Region, bald beträgt der Querdurchmesser nur wenig mehr als diese. Im Querschnitte zeigt die Speichersprofsregion daher bald eine Dicke von 20 mm und mehr, bald nur eine solche von 5—6 mm. Wurzeln entspringen vor-

wiegend auf der Unterseite des schief-horizontal kriechenden Rhizoms, doch auch oberseits (Fig. 1 u. 2, *wu*). Sie sind wenig zahlreich, aber auch noch an der Droge meist ein Stück weit erhalten.

Auf dem Lupenbilde des Rhizoms (Fig. 3) sieht man stets eine verhältnismäfsig breite Rindenschicht (*Rs*) und einen verhältnismäfsig schmalen Kern (*Cx*). Es ist dies für den Galgant charakteristisch. Die Rindenschicht ist bei einem 20 mm im Durchmesser messenden Rhizomstück oft 8 mm dick und der Centralkern hat nur einen Durchmesser von 5 mm. Der radiale Durchmesser der Rinde beträgt also dreimal so viel als der radiale Durchmesser des Centralkernes. Letzterer ist von der Rindenschicht durch eine Endodermis getrennt. Sowohl im Centralkern wie in der Rindenschicht liegen Gefäfsbündel, in letzterer wenige gröfsere und diese lockerer, in ersterem zahlreiche kleinere dicht gedrängt (Fig. 3). Bei dünneren Rhizomstücken ist das Verhältnis der Rinde zum Centralkerne ein etwas anderes: die Rindenschicht ist nicht so viel dicker als der Centralkern, und je weiter man gegen die vegetative Sprofsregion vorrückt, um so mehr ändert sich das Verhältnis. In der vegetativen Sprofsregion (Fig. 1 u. 2, *y*, 3^a) ist die Rindenschicht circa 1 mm dick und der Centralkern hat einen Durchmesser von 3 mm. Hier ist der Centralcylinder durch eine dicke mehrschichtige Sclerenchymscheide (*ed*, Fig. 3^a) von der Rindenschicht getrennt und die Gefäfsbündel sind ziemlich gleichmäfsig über die Fläche verteilt, doch auch hier in der Rindenschicht etwas gröfser als im Centralcylinder.

Die Rindenschicht ist in der Speichersprofsregion von dem Centralcylinder durch eine einreihige Endodermis (Kernscheide) getrennt (*ed*, Fig. 3 u. 6). Die Zellen derselben sind meist dünnwandig, bisweilen aber auch verdickt. Letzteres findet besonders gegen die vegetative Sprofsregion hin statt. Dort ist die Schicht auch bisweilen mehrreihig, stets ist sie dies in der vegetativen Sprofsregion (*ed*, Fig. 3^a). Die Zellen sind stets stärkefrei und verkorkt. Innerhalb der Endodermis folgt das einreihige, aus stark tangential gestreckten Zellen bestehende Perikambium (*pc*, Fig. 6). In ihm entspringen die Wurzeln, in welche ein subperikambialer Bündelstamm eintritt. Unter dem Perikambium liegt meist eine Zone obliterierten Gewebes.

Das Grundgewebe besteht aus einem normalen Parenchym, dessen Zellen bald dünnwandig bleiben, bald sich nicht unerheblich verdicken. Die einfachen, rundlichen Tüpfel sind, besonders im letzteren Falle, gut sichtbar (Fig. 5, 6, 8, *Par*). An den Ecken liegen kleine Intercellularen. Die Wände sind bei der Droge mit einem Phlobaphen durchtränkt und dadurch braun gefärbt. Sie färben sich mit Eisenchlorid schwarz. Bei der frischen Pflanze sind sie ungefärbt. Die Färbung erfolgt beim Absterben, indem von den Sekretbehältern aus eine Durchtränkung der Membranen stattfindet. In das Parenchym eingesprengt, finden sich nämlich zahlreiche S e k r e t z e l l e n, deren Wand eine zarte Korklamelle besitzt, wie die der meisten Sekretzellen (Angew. Anatomie, S. 175). Bei der Droge enthalten einige Öl (*scb*, Fig. 5) in hellen gelben Tropfen, andere einen vakuoligen braunen Inhalt (*scb*,, Fig. 5), noch andere zahlreiche braune, der Membran ansitzende bucklige Bildungen (*scb*,,, Fig. 5), noch andere einen braunen, rundlichen oder eckigen Klumpen (*scb*,,,, Fig. 5), der nicht selten die ganze Zelle erfüllt. Alle diese Inhaltskörper — mit Ausnahme des Öles — färben sich mit Eisenchlorid schwarz, lösen sich nicht in Wasser, Alkohol, Alkalien oder Säuren, werden durch S c h u l t z e sche Maceration hellgelb, aber auch jetzt nicht in Alkohol oder Schwefelsäure löslich. Sie enthalten phlobaphenartige Umbildungsprodukte des Sekretes, die nicht mehr zu den Harzen, wohl aber wahrscheinlich zu den Resinotannolen (Spaltungsprodukten der Harze) zu rechnen sind, eingebettet in eine wie es scheint gummiartige Grundmasse, die wir wohl als den Rest der resinogenen Schicht aufzufassen haben. Denn nicht selten ist eine der resinogenen Schicht anderer Ölzellen ganz analoge Bildung noch deutlich (*scb*, Fig. 6, auch *scb*,,, Fig. 6). Die Sekretzellen unterscheiden sich in ihrer Gröfse nicht von den umgebenden Parenchymzellen oder sind doch nur wenig kleiner.

Das aus im Querschnitt rundlichen, in der Organsachse etwas gestreckten Zellen bestehende G r u n d p a r e n c h y m enthält reichlich S t ä r k e k ö r n e r sehr eigentümlicher Form (Fig. 10). Dieselben sind keulenförmig oder stäbchenförmig oder gekrümmt. Den kleinen, luftführenden Kernspalt führen sie für gewöhnlich am dickeren Ende. Die Lage des Kerns ist mittelst des Polarisationsmikroskopes zu ermitteln. Schichtung ist undeutlich. Als Nebenform kommen rundliche oder ovale oder breit abgerundet rhombische, oder zu 2, 3 oder 4 zusammengesetzte Körner vor. Die Länge der Körner beträgt meist 18—28 mik und steigt bis 35 mik, die Breite am dickeren Ende 7 bis 15 mik, bisweilen sogar 18,5 und mehr. Es wechselt dies sehr. So sind mir Stücke vorgekommen, bei denen die Länge der Stärkekörner 50, 60, ja 87 mik und die Breite 22,5 bis 35 mik erreichte.

Ziemlich häufig finden sich im Handel jetzt stärkefreie Rhizome, ohne dafs dieselben als besondere Sorte unterschieden werden können. Dieselben sind ziemlich harzreich und holziger als die mehligen prallen Stücke. Das Fehlen oder Vorhandensein von Stärke ist offenbar abhängig von der Zeit der Einsammlung.

Aufser den Sekretzellen finden sich auch — freilich keineswegs überall — Zellen, die mit einem wirren Haufwerk feiner, nicht sehr langer Kristallnadeln erfüllt sind.

Das Grundgewebe der Rhizome setzt sich in das Gewebe der Niederblattmanschetten direkt fort (Fig. 9). Nervenbündel treten in letztere nicht ein, doch läuft hier und da ein Bündelast der peripherischen Rindenbündel schräg gegen das Niederblatt hin.

Bedeckt ist das Rhizom von einer Epidermis mit dicker Aufsenwand (Fig. 4 u. 9, *Ep*). Kork fehlt, selbst an den ältesten Teilen des Rhizoms. Die Epidermiszellen führen auch bei dem Rhizom der frischen Pflanze, dessen innere Gewebe hell und noch nicht gebräunt sind, ein gelb-braunes Sekret, daher erscheint die Oberfläche braun. Die Epidermiszellen sind, von der Fläche gesehen, polyedrisch (Fig. 7). Da und dort bemerkt man eine Spaltöffnung (*st*, Fig. 7).

Die Gefäfsbündel sind kollateral (*gfb*, Fig. 5 u. 6). Sie sind von breitem Durchmesser in der Rindenschicht (Fig. 5), schmäler im Centralcylinder (Fig. 6). In letzterem liegen sie dicht gedrängt, in ersterer lockerer und ganz besonders in einer mittleren Zone vereinigt. Die äufsere und die innere Partie der Rindenschicht ist bündelfrei (Fig. 3). Bisweilen scheint es, als ob die Bündel der Rinde aus drei Zonen hervorgegangen sind. Die Bündel streichen ziemlich vertikal und anastomosieren verhältnismäfsig wenig, am stärksten noch an der Endodermis und in den äufseren Rindenschichten. In der Rindenschicht anastomosieren die Bündel sowohl in tangentialer wie in radialer Richtung, da und dort tritt ein Bündel durch eine grofse Lücke der Endodermis in den Centralcylinder ein und von den Randbündeln laufen Zweige gegen die Insertionsstellen der Niederblätter. Da sich die in den Centralcylinder eintretenden Bündel in tieferen Lagen an Bündel des Centralcylinders anlegen, die im inneren Teile des letzteren streichen, so findet man hier im inneren Teile des Centralcylinders oft merkwürdige Bündelkombinationen. Entweder berühren sich nur die Bastscheiden oder eine gemeinsame Scheide umgiebt die vereinigten Bündel, bei denen bald die Siebteile, bald die Gefäfsteile einander berühren. So entstehen bald scheinbar konzentrische Bündel, bald scheinbar Bündel mit mehreren isolierten Siebteilen oder Gefäfsteilen u. a. m.

Umgeben sind die Bündel stets von einer Scheide von Bastzellen (*B*, Fig. 5, 6 u. 8). Dieselbe ist bei den zarteren Bündeln des Centralcylinders oft nur einschichtig (Fig. 6), läuft aber auch dort ringsum. Bei den grofsen Rindenbündeln ist sie vielreihig und bildet hier besonders an den Polen einen dicken Panzer: zwei starke Gurtungen. Nur den der Endodermis anliegenden Bündeln fehlt die mechanische Scheide an der Seite der Endodermis ganz (Fig. 6). Die Bastzellen sind typisch, besitzen eine sehr dicke Wand — Dicke der Wand oft 3—11,5 mik — und linksschiefe, spaltenförmige Tüpfel (Fig. 8, *B*).

Der Gefäfsteil (*gth*, Fig. 5) der Bündel besteht aus grofsen Gefäfsen und weist bisweilen alle Gefäfsformen auf: Ring-, Spiral-, Leiter- und Tüpfelgefäfse, doch darf das Tüpfel- und Leitergefäfs als für den Galgant typisch betrachtet werden (Fig. 8, *gf*). Zartes Holzparenchym (*hp*, Fig. 8) begleitet die Gefäfse. In ihm finden sich bisweilen gestreckte Sekretzellen (×, Fig. 5), wie solche bei der Curcuma beschrieben wurden (S. 101).

Im Siebteil (*sb*, Fig. 5) sind Siebröhren oft sehr deutlich zu finden (*s*, Fig. 8).

Bei zahlreichen Stücken der Droge sind sowohl die Gefäfse wie der Siebteil von (bisweilen violetten) gegliederten Pilzhyphen durchwuchert, die Pilzen angehören, die wohl erst post mortem während des langsamen Trocknens von den Schnittflächen her einwandern.

In der vegetativen Sprofsregion (*y*, Fig. 1 u. 2), die als ein mehr oder weniger langer Stumpf den Stücken der Droge noch ansitzt, ist der Bau ein ganz ähnlicher wie in dem Rhizom (s. oben). In der Rindenschicht liegen grofse Bündel mit dicken Bastscheiden, in dem Centralcylinder zahlreiche zartere mit dünnen Scheiden (Fig. 3a). An der Stelle der Endodermis findet sich ein mehrzelliger Sclerenchymring, der meist 3 Zellenreihen dick ist (*ed*, Fig. 3a). Im Grundparenchym liegen die gleichen Sekretzellen wie im Rhizom.

Die Wurzeln sind bei der Droge meist bis auf kleine Stuppen entfernt (*wu*, Fig. 1 u. 2). Die breite, sekretzellenreiche Rindenschicht (*R*, Fig. 3b) wird nach innen zu von einer einreihigen Endodermis abgeschlossen (*ed*, Fig. 3b). Die Zellen derselben sind innen und an den Seiten stark ververdickt, aufsen dünnwandig. Dann folgt das einreihige Perikambium und dann ein Kranz zahlreicher radialer Gefäfsbündel: Gefäfsgruppen (*gth*) wechseln mit Siebinseln (*sb*) ab. Eingebettet ist der Gefäfsteil in einen dicken Libriformpanzer (*lf*, Fig. 3b). Zu innerst liegt ein oft partiell geschwundenes Mark (*M*).

Das Pulver.

Das braune Pulver besteht vorwiegend aus den Stärkekörnern. Im Chloralpräparat findet man leicht reichlich Fragmente der Gefäfswände und der Bastbelege, braunwandiges Parenchym und die oft zertrümmerten Inhaltskörper der Sekretzellen.

Rhizoma zedoariae.

Zitwerwurzel, Zédoaire, Zedoary Root.

Der morphologische Aufbau des Rhizoms von Curcuma Zedoaria Rosc. ist dem des Curcumarhizoms ähnlich (siehe die Taf. 24). Die Handelsware besteht fast ausschliefslich aus Querscheiben der Centralknollen, denen nur da und dort Reste der Nebenwurzelstöcke ansitzen. Zahlreiche Wurzelreste sind am Rande der Scheiben sichtbar.

Das Lupenbild ist dadurch charakteristisch, dafs eine verhältnismäfsig schmale Rindenschicht einen sehr breiten Centralcylinder umgiebt und im Grundgewebe relativ wenige schmale Gefäfsbündel liegen, die besonders an der Endodermis anastomosieren.

Auch der innere Bau des Zitwerrhizoms ist dem der Curcuma longa ähnlich. Das Periderm ist breiter als bei der Curcuma: 15—20 Reihen dünnwandiger Tafelkorkzellen sind keine Seltenheit. Diese Korkschicht ist oft noch an cirkumskripten Stellen von einer zweiten leicht abschülfernden bedeckt, die aus stark radial gestreckten Zellen mit oftmals welligen Seitenwandungen besteht. Diese lokalen Korkwucherungen bilden die eigentümlichen Warzen, die man häufig auf der Oberfläche beobachtet. Über dieselben läuft die meist noch erhaltene primäre Epidermis hinweg. Sowohl Korkwarzen als Kork lassen sich leicht ablösen (das Curcumaperiderm

schülfert sich schwerer ab). Das Grundparenchym ist gleichfalls parenchymatisch und dünnwandig, die Zellen sind auch hier rundlich isodiametrisch und nicht gestreckt. Sie lassen aber sehr viel gröfsere, dreieckige oder rundlich-viereckige Intercellularen zwischen sich als das Grundparenchym der Curcuma.

Auch hier sind, freilich nicht in der grofsen Menge wie bei der Curcuma, runde Sekretzellen in das Grundparenchym eingestreut. Dieselben besitzen etwa die Gröfse der Stärkeparenchymzellen oder sind etwas kleiner als diese, ihre Wand zeigt eine Suberinlamelle, innerhalb welcher noch eine zarte Celluloselamelle liegt. Sie enthalten einen durch Curcumin lichtgelb gefärbten Öltropfen oder einen Harzklumpen.

Die Zone des gröfsten Wachstums der Sekretzellen liegt bei Curcuma Zedoaria dem Vegetationspunkte sehr nahe und die Sekretzellen übertreffen daher dort, wo sie schon in grofser Zahl gebildet werden, die umgebenden Parenchymzellen bedeutend an Gröfse, die Wachstumsintensität der Parenchymzellen erreicht erst tiefer ihr Maximum und überholt dann die jetzt schwächer wachsenden Sekretzellen, so dafs im ausgebildeten Internodium Parenchymzellen und Sekretbehälter von fast gleicher Gröfse sind oder die letzteren etwas kleiner bleiben.

Neben diesen Öl-Curcuminbehältern finden sich nun, wie es scheint jedoch nicht regelmäfsig, noch andere schmalere und mehr oder weniger in die Länge gestreckte Sekretzellen, die einen braunen, sowohl in Alkohol wie in Kali unlöslichen und gegen Schwefelsäure resistenten Klumpen enthalten. Diese Sekretzellen, die meist schmal sind und eine ziemliche Länge erreichen können, begleiten vornehmlich die Gefäfsbündel.

Die Endodermis ist wie bei Curcuma longa gebaut, ebenso die zarten Bündel, die hier deutlich kollateralen Bau zeigen und der Regel nach etwa ebensoviel Gefäfse enthalten als die Curcumabündel, gegen die Endodermis aber nicht so dicht gedrängt stehen wie dort, auch an Zahl geringer sind. Ihr Verlauf ist ein sehr unregelmäfsiger, so dafs man auf Querschnitten durch den Centralknollen oft zahlreiche Längsansichten der Bündel erhält. Mechanische Elemente (Bastfasern) mit sehr dünner Wand begleiten bisweilen die Gefäfsbündel einseitig oder beiderseits. Sie fallen schon auf dem Querschnitte durch die gelbliche Färbung ihrer Wand auf.

Die Stärkekörner (Fig. 11) besitzen die Form der typischen Curcumastärke, d. h. sie besitzen Scheibenform und sackartigen Umriss (s. Taf. 24 u. 51), doch ist bei der Zitwerstärke die Spitze des Sackes mehr abgerundet, auch findet sich hier ganz regelmäfsig an den typischen Körnern an einer der Längsseiten ein Nabel oder die Andeutung desselben (ähnlich wie bei Maranta, Taf. 51). Die Gröfse der Stärkekörner übertrifft die der Curcuma erheblich. Für gewöhnlich sind die Körner 20 bis 70 mik lang, die gröfseren meist 40—63, die kleineren meist 30—35 mik. Die Breite der gröfseren beträgt meist 25 bis 30 mik, die Dicke 7—12 mik. Die Körner sind also flachscheibenförmig (Fig. 11). Schichtung ist bisweilen zu sehen, aber nicht immer. Der wenig deutliche Kern liegt so stark excentrisch (bis $^1/_{11}$), dafs bei Betrachtung mit dem Polarisationsmikroskope meist nur ein dunkler Kreuzbalken, über die ganze Länge des Kornes streichend, sichtbar ist. Die drei anderen sind stark verkürzt. Oxalate fehlen.

Das Pulver.

Das graue Pulver besteht hauptsächlich aus den charakteristischen Stärkekörnern. Besonders im Chloralpräparat sind alsdann leicht Gewebstrümmer aufzufinden, die Fragmente von Gefäfsbündeln mit leiterförmig getüpfelten Gefäfsen, dünnwandigen Bastfasern und gestreckten Sekretzellen, dünnwandiges Parenchym und Korkgewebe erkennen lassen.

Rundliche Sekretzellen und deren Trümmer sind selten.

Tafel 54.

Erklärung der Abbildungen.

Alpinia officinarum Hance.

Fig. 1 u. 2. Aus der Droge ausgelesene Rhizomstücke, die die Art der Verzweigung zeigen.

„ 3. Querschnitt durch die Speichersprofsregion des Rhizoms. Lupenbild.

„ 3a. Querschnitt durch die vegetative Sprofsregion (*y*, Fig. 1 u. 2). Lupenbild.

„ 3b. Querschnitt durch die Wurzel. Lupenbild.

„ 4. Epidermis und darunter liegendes Gewebe des Rhizoms. Querschnitt.

„ 5. Querschnitt durch die Rindenschicht des Rhizoms mit zwei Bündeln.

Fig. 6. Querschnitt durch die der Endodermis benachbarte Partie des Rhizoms. *Rs* Rindenschicht. *Cz* Centralcylinder.

„ 7. Epidermis des Rhizoms. Flächenansicht.

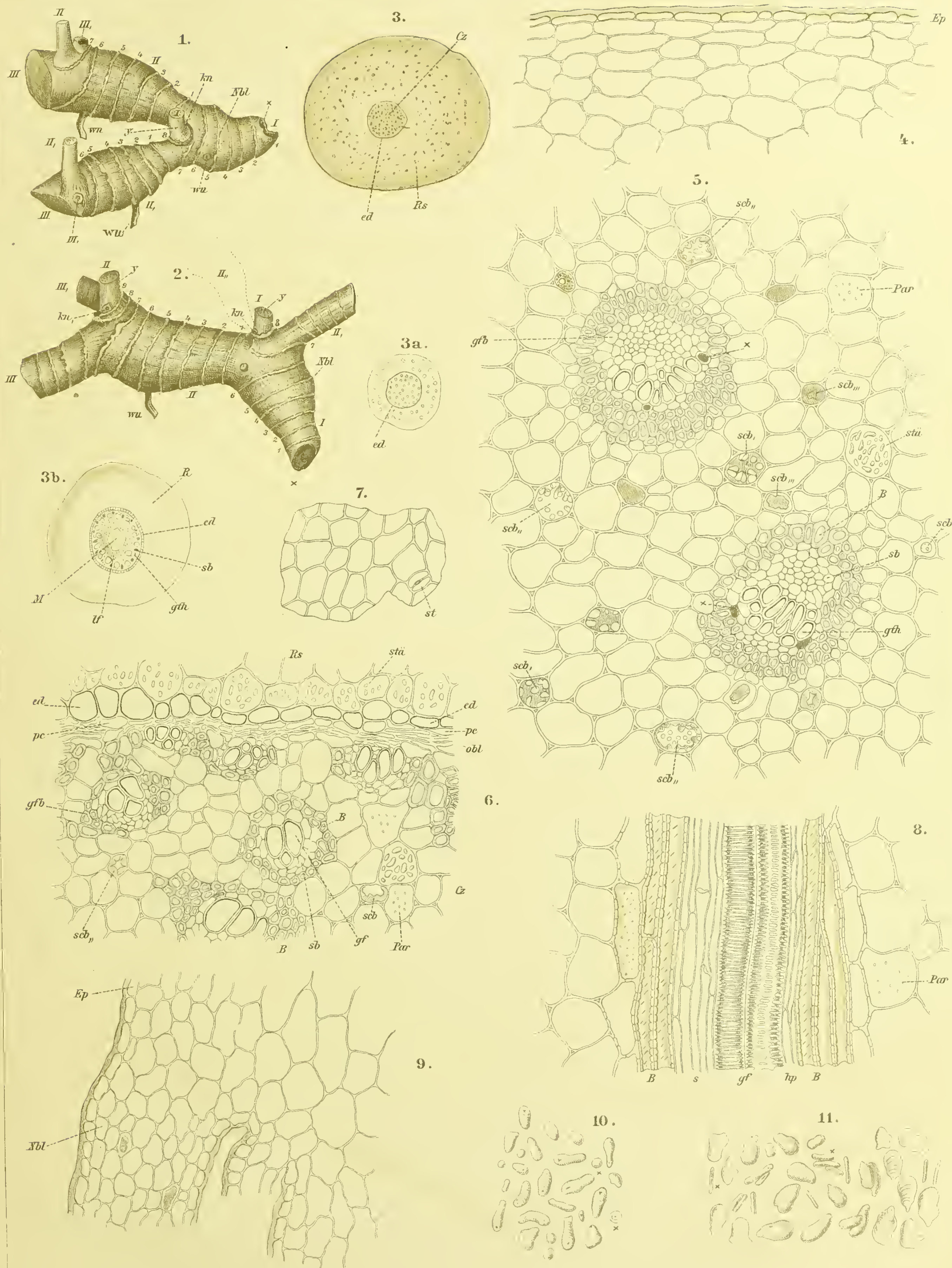
„ 8. Längsschnitt durch ein Gefäfsbündel.

„ 9. Längsschnitt durch die Ansatzstelle einer Niederblattmanschette (*Nbl*).

„ 10. Stärkekörner des Galgantrhizoms.

Curcuma Zedoaria Rosc.

„ 11. Stärkekörner des Zedoariarhizoms.



Lith. Anst. v. C. Kirst, Leipzig.

Fruct. anisi stellati.

Sternanis, Badian, Anis étoilé, Badiane de Chine, Star-Anise.

Die Früchte des Sternanis, Illicium verum Hook. fil. (I. anisatum Loureiro) sind sogenannte Sammelfrüchte, also eigentlich Fruchtstände. Die Einzelfrüchte sind Balgfrüchte. In der Blüte sind die einzelnen freien, aufrecht gestellten Fruchtknoten in einem Kreise rings um die (über die Anheftungsstelle der Fruchtknoten diskusartig emporragende) Centralsäule angeordnet und neigen in der Mitte zusammen (Fig. 6). Je weiter die Reife vorschreitet, um so mehr senken sich die Einzelfrüchte. Zur Zeit der Fruchtreife stehen die Einzelfrüchte von der Centralsäule horizontal ab, einen Kranz um dieselbe bildend (Fig. 1). Das centrale Spitzchen, welches in der Blüte zwischen den Fruchtknoten sichtbar ist (Fig. 7, ×), ist auch bei den reifen Sammelfrüchten noch oftmals als kleines, dunkles Zäpfchen zu sehen (×, Fig. 1). Der Fruchtstand sitzt an einem gekrümmten Stiele.

Die Fruchtknoten laufen nach oben in hakenförmig nach aufsen umgekrümmte Griffel aus (Fig. 6 u. 7), die auf der Oberseite einen dichten Filz kurzer Narbenpapillen (*Np*, Fig. 7) tragen. Zwischen den Narbenpapillen findet man häufig Pollenkörner, die auf ihrer Oberfläche in der Exine drei Inseln von Höckern zeigen. Die Fruchtknotenwand besteht aus einem Karpell und enthält so reichlich ätherisches Öl führende Ölzellen (*oez*, Fig. 9) von 55—75 mik Weite, dafs fast das ganze Gewebe aus Ölzellen besteht. Die Wand dieser Ölzellen führt eine Suberinlamelle. Vornehmlich an der Aufsenseite (*a*, Fig. 8) ist das Gewebe des Karpells von einem zweischichtigen Epithel bedeckt (×, Fig. 9). Durchzogen ist das Gewebe an der der Mittelrippe entsprechenden Partie des Fruchtblattes von einem Nerven (*gfb*, Fig. 8), der sich nach oben in drei Äste gabelt (Fig. 8), und an der Basis des Fruchtknotens einen Ast in den Funiculus des Ovulums entsendet (*gfb*, Fig. 7).

Jeder Fruchtknoten führt ein Ovulum (Fig. 7 u. 8). Dasselbe ist auf der Innenseite des Karpells (*i*, Fig. 8) inseriert und ist anatrop (Fig. 7). Es besitzt zwei Integumente, ein breites äufseres und ein schmales inneres. Das äufsere ist etwa acht Zellen breit (Fig. 9, 1—3). Über die Zahl der Zellreihen des inneren bin ich mir nicht ganz im Klaren. Es scheint ganz allmählich in das Nucellar- oder Endospermalgewebe überzugehen. Jedenfalls ist es mehrreihig.

Der reife Fruchtstand besteht aus 7—12, im Kreise um eine Mittelsäule rosettenartig angeordneten Früchten, von denen nicht immer alle gleichmässig entwickelt sind (Fig. 1). Vielmehr pflegen neben einigen grofsen, vollständig entwickelten Früchten auch stets einige kleinere oder ganz zurückgebliebene zu sitzen. Dem Fruchtstande sitzt noch oft der längsrunzelige Stiel an. Derselbe ist ziemlich lang (oft 30—50 mm) und dick (im Durchschnitt 2 mm), stark gekrümmt, an der Spitze, d. h. der Ansatzstelle des Fruchtstandes, keulig angeschwollen. Die Länge des Stieles beträgt bis 5 cm, die Dicke im Durchschnitt 2 mm. Die Einzelfrüchte sind 10—20 mm lang, 7—10 mm hoch und 2—5 mm dick, an den Seiten kahnartig zusammengedrückt, rotbraun, holzig-korkig, aufsen grobrunzelig, an den Berührungsflächen der Früchte relativ glatt, an der nach oben gerichteten Bauchnaht meist nur wenig klaffend (Fig. 1), in eine kurze, nur wenig gekrümmte, oft fast gerade Spitze auslaufend (Fig. 4). An den klaffenden Dehiscenzflächen ist die Fruchtschale glatt, glänzend orangegelb bis gelbbraun, in den inneren, ausgehöhlten Partien braun bis dunkelrotbraun, ebenfalls glänzend. In dieser Höhlung liegt ein flach-eiförmiger, 8—9 mm langer Same (Fig. 2, 3, 4), der von einer glatten, glänzenden, gelbbraunen bis rotbraunen, leicht zerbrechlichen Schale bedeckt ist.

Der Bau der Fruchtknotenwand (Fig. 9, *fkw*) ist schon oben kurz charakterisiert worden. Bemerkenswert erscheint, dafs das Gewebe ganz aufserordentlich reich an Ölzellen ist, deren Gröfse meist die der umgebenden Parenchymzellen übertrifft, die also zuerst von allen Zellen ihre definitive Ausbildung erlangen. Auch dies spricht wieder dafür, dafs das Öl nicht als nutzloses Sekret betrachtet werden kann, sondern offenbar zu biologischen Zwecken gebildet wird. Die Entwickelung der Fruchtknotenwand zur Fruchtschale geht in der Weise vor sich, dafs in dem Mesophyll des Fruchtblattes verhältnismäfsig geringe Veränderungen vor sich gehen, die innere Epidermis desselben (*epi*, Fig. 9) dagegen erhebliche und in den einzelnen Partien ungleichartige Veränderungen erleidet.

Bedeckt ist die Fruchtschale nämlich auf der inneren Seite von einer eigentümlichen sclerenchymatischen Epidermis, die an den Stellen, wo der Same liegt, d. h. also in der ganzen, muldenförmig ausgehöhlten Partie, aus palissadenartigen Librosclereiden (*p*, Fig. 5, Fig. 10, 5), an der klaffenden Spalte dagegen (×, Fig. 5) aus dickwandigen, kurzen, reich getüpfelten Zellen (Fig. 10, 4) besteht. Die Librosclereiden, welche die Mulde auskleiden, sind gerade Palissaden (Fig. 10, 5) mit rundlichem Querschnitt (Fig. 13) von 440—600 mik Höhe und 60—120 mik Breite. Ihre Wand zeigt gekreuzte Spaltentüpfel. Da sie verhältnismäfsig dünn sind, lässt sich diese Partie gut schneiden. Die Schnitte zeigen in dieser ganzen Schicht Seidenglanz. Gegen die klaffende Spalte hin werden die Palissaden kleiner und dickwandiger und gehen allmählich in eine ganz anders gebaute Sclereidenepidermis über. An der Spalte (bei ×, Fig. 5) sind nämlich die Epidermiszellen verhältnismäfsig niedrig und aufsen, sowie an den Seiten mit sehr stark verdickter, reich getüpfelter Wand versehen (Fig. 10, 4). Die Tüpfel sind meist spaltenförmig, oft gegabelt. Innen, gegen das Gewebe hin, ist die Wand dünn. Von der Fläche betrachtet (Fig. 12, 4) erscheinen die Zellen kurz, schwach

gekrümmt, die Tüpfelung tritt nicht minder deutlich hervor. Gegen die ziemlich zugeschärfte Spitze (*y*, Fig. 5) hin werden die Zellen dieser eigenartigen Sclereidenepidermis niedriger und dünnwandiger und gehen am äufsersten Rande allmählich in die normale Epidermis über. Das zwischen der inneren und der äusseren Epidermis liegende Gewebe ist zum grössten Teile ein dünnwandiges Parenchym. Am stärksten ist es an der Unterseite der Frucht (*b*, Fig. 4 u. *z*, Fig. 5) entwickelt, an den Seiten ist es oft infolge des gegenseitigen Druckes, den die einzelnen Früchte aufeinander üben, stark zusammengedrückt, an der Spaltenseite ist es dann wieder mächtiger entwickelt und partiell durch einen Bastzellstreifen ersetzt. Die Wände der Parenchymzellen sind infolge reichlicher Infiltration mit Phlobaphenen (Illiciumrot) braunrot gefärbt, bisweilen sind einige Parenchymzellen sclerotisiert. Eingestreut in das Parenchym findet man ziemlich zahlreiche Ölzellen, die, da sie meist leer, nicht eben leicht aufzufinden sind (am besten noch auf Flächenschnitten). Ihre Wand ist verkorkt (*oez*, Fig. 10), bisweilen sind sie grösser als das umgebende Parenchym. Einige führen noch gelbliches Öl, alle lassen die resinogene Schicht erkennen. Bei der lebenden Pflanze ist in ihnen das Anethol enthalten, das beim Absterben in das ganze umgebende Gewebe gelangt. An der Spalte (×, Fig. 5) ist das Parenchym auf der Innenseite etwa zur Hälfte durch ein sehr hartes Bastgewebe ersetzt (*B*, Fig. 5), das sich fest an die Innenepidermis (×, Fig. 5) anlegt, am mächtigsten dort ist, wo die Spalte beginnt (Fig. 10) und allmählich gegen die Kante hin schmäler und dünnwandiger wird, genau wie die Epidermis darüber. Die Zellen dieses Bastzellstreifens sind im Querschnitt (Fig. 10, 3) rundlich oder wenig gestreckt, im Längsschnitt (Fig. 12, 3) stark gestreckt und an den Enden zugespitzt; die Wand ist dick und reich getüpfelt, die Tüpfel spaltenförmig. Es sind echte Bastzellen. Halb oder ganz eingebettet in diesen Bastzellstreifen laufen an der Stelle, wo derselbe an das Parenchym grenzt, eine Anzahl (circa 6) kleine Gefäfsbündelchen (*gfb*, Fig. 10 rechts). Auch in dem übrigen Gewebe des Mesophylls laufen eine Anzahl Gefäfsbündel, aufser dem Mittelrippenbündel (bei *z*, Fig. 5) beiderseits davon bis je 9, meist der Innenseite genähert. Das Hauptbündel tritt von der Centralsäule in einem dicken Strange (bei ×, Fig. 4) in die Fruchtschale ein, welcher Strang sich alsbald in einen unteren, mittleren und oberen Ast gabelt. Der mittlere führt zum Funiculus des Samens, der untere verzweigt sich reich (Fig. 5, *r*—*z*), der obere gabelt sich sofort in zwei Stränge, die zahlreiche Äste in die obere, auseinander klaffende Partie entsenden. Es sind dies die kleinen, den Bastzellpanzer (Fig. 10, 3) begleitenden Bündelchen (Fig. 10, *gfb* rechts). Die derben Gefäfse dieser Bündel sind entweder getüpfelt oder leistenförmig verdickt oder Spiralgefäfse. Bisweilen werden die Bündel von Bastzellen begleitet.

Die äussere Epidermis der Fruchtwand (Fig. 10, 1) besteht aus grossen, eisengrünenden Gerbstoff enthaltenden Zellen mit oftmals wellig verbogenen Seitenwänden (Fig. 11, 1). Die Kuticula zeigt eine sehr kräftige wellige Faltung (Fig. 11, 1). Diese Falten laufen wie starke, gegabelte Rippen über die Epidermisaufsenwand hin. Im Querschnitt der Zellen erscheinen sie wie Zapfen (Fig. 10, *cut*). An einigen Stellen finden sich Spaltöffnungen von ziemlicher Gröfse zwischen den Epidermiszellen. Die Stomata sind oft 56 mik lang und 38 mik breit (*st*, Fig. 11). In der Umgebung derselben sind die Epidermiszellen reichlich getüpfelt.

Der Same geht (vergl. oben) aus einem anatropen Ovulum mit zwei Integumenten hervor. Wahrscheinlich reicht das äufsere Integument bis zur Schicht 3 a (Fig. 14), und die inneren Schichten 4—5 gehen aus dem inneren Integumente hervor. Sicher ist dies jedoch nicht. Da mir nur Blüten und reife Samen, nicht aber die Zwischenstadien zur Verfügung standen, konnte ich eine vollständige Entwickelungsgeschichte nicht machen, namentlich nicht feststellen, ob eine oder einige der Schichten, die ich zum inneren Integumente rechne, etwa zum Nucellus gehören.

Die Samenschale (Fig. 14 u. 15, 1—5) besteht aus folgenden Schichten. Zu äufserst findet sich eine Epidermis sehr charakteristischer Librosclereiden (Fig. 14, 1). Dieselben sind aufsen und an den Seiten sehr stark verdickt, die Wand ist sehr deutlich geschichtet und gelb gefärbt. An den Seitenwänden finden sich eine Anzahl gerader Tüpfel, an der Aufsenwand zahlreiche, oft stark gegabelte Tüpfel, die Tüpfel der Seitenwände sind linksschief-spaltenförmig. Betrachtet man die Sclereidenepidermis von der Fläche, so erhält man natürlich ein verschiedenes Bild je nach der Einstellung (Fig. 15, 1, 1^a, 1^b). Stellt man die äufserste Partie ein, so tritt besonders die aufserordentlich mannigfaltige Gabeltüpfelung hervor (Fig. 15, 1^b), bei mittlerer Einstellung bieten die Zellen ein regelmäfsiges Bild (Fig. 15, 1^a) und die Intercellularsubstanz wird deutlich, bei Einstellung der innersten Schicht ist das Lumen am gröfsten (Fig. 15, 1). Das Lumen führt einen braunen, körnigen Inhalt. Die Höhe der Sclereidenepidermis beträgt 175—195 mik, die Breite der einzelnen Zellen 40—80 mik. Unter dieser aufserordentlich harten und festen Epidermis liegt, sie verstärkend, eine einfache Schicht merkwürdiger Sclereiden, die auf dem Querschnitte durch die Samenschale eine starke tangentiale Streckung zeigen und besonders auf der Aufsenseite stark verdickt sind (Fig. 14, 2). Von der Fläche betrachtet (Fig. 15, 2) sind sie unregelmäfsig verbogen, rundlich oder gestreckt, sehr formenmannigfaltig, reich getüpfelt und besonders dadurch ausgezeichnet, dafs sie durch Membranzapfen, die wir als centrifugale Wandverdickungen auffassen müssen, miteinander in Verbindung treten (Fig. 15, 2). Auf diese Schicht folgt eine breite Zone gestreckten Parenchyms (Fig. 14 u. 15, 3), dessen Wände stark gebräunt sind („braune Haut"). In dieser Schicht verläuft das Raphebündel (Fig. 14, *gfb*, Fig. 2 u. 3, *Ra*), welches bisweilen von Sclereiden begleitet wird. Auch sonst finden sich in der Umgebung des Raphebündels sclerotisierte Zellen (*scl*, Fig. 14), die bisweilen unregelmässig verbogen sind. Die innerste Schicht der braunen Haut besteht aus stark gestreckten Zellen, deren Membran gebräunt ist (Fig. 15, 3^a). An die „braune Haut" schliefst sich die „helle Haut", wie die inneren Schichten der Samenschale gemeinhin genannt werden. Sie

besteht meist nur aus wenigen, stark zusammengefallenen Zellschichten, die sehr schön ausgebildete, prismatische Kalkoxalatkristalle (*kr*, Fig. 15) des quadratischen Systems, bisweilen auch, wenn schon sehr selten, eine Druse enthalten. Bisweilen — so z. B. in der Nähe der Raphe — sind die Zellen der äufseren Schicht (Fig. 14, 4) noch wohlerhalten. Immer aber sind die Membranen der Zellen dieser Schicht farblos. Der innersten, stets stark obliterierten Schicht der Samenschale liegt das Endosperm dicht an. Dasselbe besteht aus einem dünnwandigen Parenchym, welches dicht erfüllt ist mit Ölplasma und Aleuronkörnern. In das grofse Endosperm ist ein sehr kleiner Embryo eingebettet.

Die Aleuronkörner (Fig. 18) messen 10—22 (selten bis 26 mik), meist 13—17 mik im Durchmesser, die kleinsten 3 bis 5 mik, sie sind rund oder rundlich, selten gestreckt, grobbuckelig oder gar lappig oder doch wenigstens mit rauher warziger Oberfläche versehen, nie glatt. Sie haben oft das Aussehen von Drusen. Sie quellen mit Wasser wenig und enthalten selten ein grofses, das ganze Korn erfüllendes Kristalloid, dagegen stets zahlreiche kleine, rundliche Globoide, die zurückbleiben, wenn das Korn in Kali gelöst wird. Solitäre fehlen ganz. Begleitet werden die Aleuronkörner von zahlreichen kleinen, der Wand angelagerten Körnchen und Stäbchen.

Die Fruchtstandstiele, die der Droge stets in mehr oder weniger grofser Menge beigemengt sind und oft noch den Fruchtständen ansitzen (Fig. 1), sind ziemlich charakteristisch für den Sternanis. Sie sind oben (S. 241) beschrieben. Anatomisch bieten sie folgende Eigentümlichkeiten. Unter der grofszelligen, an der Aufsenwand stark verdickten und mit einer grobstreifigen Kuticula versehenen Epidermis (Fig. 16, *ep*) liegen einige Reihen eines dünnen und braunwandigen Parenchyms, in welches Ölzellen nicht eben reichlich, viel reichlicher dagegen grofse Astrosclereiden (*scl*, Fig. 16) mit zahlreichen Ausstülpungen (Fig. 17) eingebettet sind, deren dicke Wand sehr deutliche Schichtung und reichliche Tüpfelung zeigt. Dann folgt ein ziemlich breiter Ring von Librosclereiden (*lB*, Fig. 16), dessen einzelne Elemente an den Enden gerade abgestutzt und deren Wand reichlich getüpfelt ist. Sie sind ziemlich schmal, nicht sehr lang, die Tüpfel sind spaltenförmig und meist horizontal gestellt. Daneben finden sich Übergangsformen zu echten Bastzellen und solche selbst mit kegelförmigen Enden und linksschiefen Spaltentüpfeln. Innerhalb dieses mechanischen Ringes liegt der bei der Droge stark obliterierte Siebteil (*sb*), dann folgt der sehr schmale Gefäfsteil, dessen Elemente radial-strahlig angeordnet sind und der reich ist an Spiralgefäfsen. Gegen das Mark hin ist derselbe oftmals durch einzelne Librosclereiden abgeschlossen. Im Mark (*m*) sind einige Zellen sclerotisiert. In ihm finden sich auch stets vereinzelte Sclereiden (*scl*) gleichen Baues wie die der Rinde sind. Am meisten charakteristisch für die Fruchtstandstiele sind die Astrosclereiden der Rinde (Fig. 17).

Die giftigen Sikkimifrüchte, der japanische Sternanis, die Früchte von Illicium religiosum Siebold, sind den Früchten des echten Sternanis sehr ähnlich. Sieht man jedoch eine gröfsere Menge derselben neben einer gröfseren Menge echten Sternanis, so wird man sie leicht voneinander unterscheiden können, denn die Sikkimifrüchte sind im ganzen kleiner als der echte Sternanis und die Karpelle klaffen — meist wenigstens — stärker. Zudem riechen die falschen nicht nach Anethol, bezw. anisartig und enthalten überhaupt kein Anethol oder einen ähnlichen Körper. Ihr Geruch ist eigentümlich, etwas an Kardamomen erinnernd. Schwierig wird die Sache jedoch, wenn nur ein oder einige Fruchtstände von Illicium religiosum der Droge beigemengt sind. Diese herauszufinden, dürfte sehr schwer sein. Denn alle Merkmale, die man angeführt findet, sind so wenig durchgreifend charakteristisch, dafs man auf sie kaum eine Diagnose gründen kann. Für gewöhnlich findet man angegeben, dafs die Sikkimifruchtstände im Durchschnitt nur 25 mm im Durchmesser messen, der echte Sternanis dagegen 32 mm. Aber es giebt auch Früchte des Sternanis, die kleiner sind. Die Sikkimifrüchte sollen ferner leichter und weniger holzig sein, die Mitte der Unterseite der ganzen Sammelfrucht soll vorspringend erscheinen oder in gleicher Ebene mit dem Rücken der Karpelle liegen, die Fruchtstielnarbe soll glatt, flach und kreisrund und von einem hellen, schmalen, fast häutigen, vorspringenden Korksaume umgeben sein, die längsrunzeligen, graubräunlichen oder rötlichbraunen Fruchtstiele sollen abgelöst 10—30 mm lang und circa 1 mm dick, dabei nicht gekrümmt, sondern gerade und gleich dick — nicht keulenförmig — erscheinen und an beiden Enden einen hellen, ringförmigen Korkwulst tragen. Die Karpelle ferner werden als weniger stark zusammengedrückt und bauchiger geschildert und in eine dünne, schnabelförmig nach aufwärts gekrümmte oder gar in eine hakenförmig umgebogene Spitze vorgezogen. Man findet endlich die Angabe, dass die Dehiscenzflächen schmäler und hellgelbbraun, die Samen gerundeter, voller, weniger zusammengedrückt als die des Sternanis, heller und bräunlichgelb seien und die Samenleiste häufig eine warzen- oder knopfförmige Endverdickung besitze. Allen diesen Angaben, besonders den gesperrt gedruckten, liegen thatsächliche Unterschiede zu Grunde, aber dieselben sind doch so gering und bei Durchmusterung eines gröfseren Materiales wird man doch stets so viele Übergänge finden, dafs es nicht möglich ist, auf Grund morphologischer Kennzeichen, mit absoluter Sicherheit die Diagnose zu stellen — vorausgesetzt, wie gesagt, dafs es sich nur um kleine Beimengungen handelt. Bei gröfseren Mengen wird man schon äufserlich leicht den echten vom giftigen Sternanis unterscheiden können.

Da nun die morphologischen Merkmale im Stiche lassen, lag es nahe, die anatomischen heranzuziehen. Die vergleichend anatomische Untersuchung zeigt jedoch, dafs auch in anatomischer Beziehung zwischen den beiden Früchten eine grofse Übereinstimmung herrscht. Doch lassen sich folgende Unterschiede aufstellen.

Beim echten Sternanis gehen die Palissaden des Endocarps an der Samenmulde allmählich und nicht unvermittelt in die Sclereidenepidermis der Spaltflächen über (Fig. 10 bei ×) und an der Grenze liegt bisweilen statt einer Zelle

ein Paar (bei ×). Bei den Sikkimifrüchten geht die dünnwandige Palissadenepidermis ziemlich unvermittelt in die dickwandige Epidermis der Spaltflächen über. Diese letztere ist gewöhnlich beim echten Sternanis dickwandiger als bei den Sikkimifrüchten. Auch in der Anordnung der Bastzellgruppen an den Spaltflächen finden sich einige Unterschiede. Der Bastbeleg ist beim echten Sternanis breiter und die Lumina der Zellen sind enger als bei den Sikkimifrüchten.

Eines der besten Unterscheidungsmittel liegt in den Palissaden, sowohl was ihre absolute Höhe betrifft, wie den Ort, wo die höchsten liegen. Die meisten Palissaden sind beim echten Sternanis 440—550, oft 490 mik, bei den Sikkimifrüchten 325—400, oft 375 mik hoch, also bei letzteren erheblich niedriger. Ferner liegen beim echten Sternanis die höchsten in der Nähe der Stelle, wo die Palissaden in die Epidermis der Spaltflächen übergehen (*y*, Fig. 10), bei den Sikkimifrüchten an der entgegengesetzt gelegenen Seite in der abgerundeten Partie (*Ho*, Fig. 5). Ich habe allein schon an diesem einen Merkmale ohne Schwierigkeit in zahlreichen Fällen eine sichere Diagnose stellen können, z. B. einzelne verdächtige Früchte im Sternanis als Sikkimi erkannt.

Endlich bieten die Aleuronkörner gute Anhaltspunkte zur Unterscheidung. Die Aleuronkörner des echten Sternanis sind lange nicht so zahlreich, als die der Sikkimifrüchte. Sie sind rundlich und grobbuckelig (siehe oben und Fig. 18). Sie quellen wenig mit Wasser und enthalten selten Kristalloide, stets zahlreiche Globoide. Die Einschlüsse sind schlecht zu sehen, das ganze Korn selbst mit guten Objektiven schwer aufzulösen. Ihr Durchmesser beträgt 10—22 mik, meist 13—17 mik. Die Aleuronkörner der Sikkimifrüchte treten sehr viel deutlicher hervor und sind leicht zu diagnostizieren und aufzulösen. Sie sind meist gestreckt-oval oder kugelig-elliptisch, glatt, nicht grob buckelig, quellen mit Wasser leichter und lassen, wenn man den mittelst Einlegen in Alkohol von Fett befreiten Schnitt in Alkohol betrachtet und langsam Wasser zufliefsen läfst, sehr deutlich ein oder mehrere (1—3) Kristalloide und zahlreiche kleine Globoide (Fig. 19, ×) erkennen, die dem Kristalloid seitlich an- und übergelagert zu sein pflegen (Fig. 19). Ihr Durchmesser beträgt 7—15, meist 10—13 mik, der Solitär 20—26 mik. Eine weitere Eigentümlichkeit der Sikkimifrüchte ist es ferner, dafs in den Aleuronzellen oft ein Solitär (Angew. Anatomie S. 44) gefunden wird, der an Gröfse die übrigen Aleuronkörner weit übertrifft und meist zahlreiche Kristalloide führt (*sol*, Fig. 19).

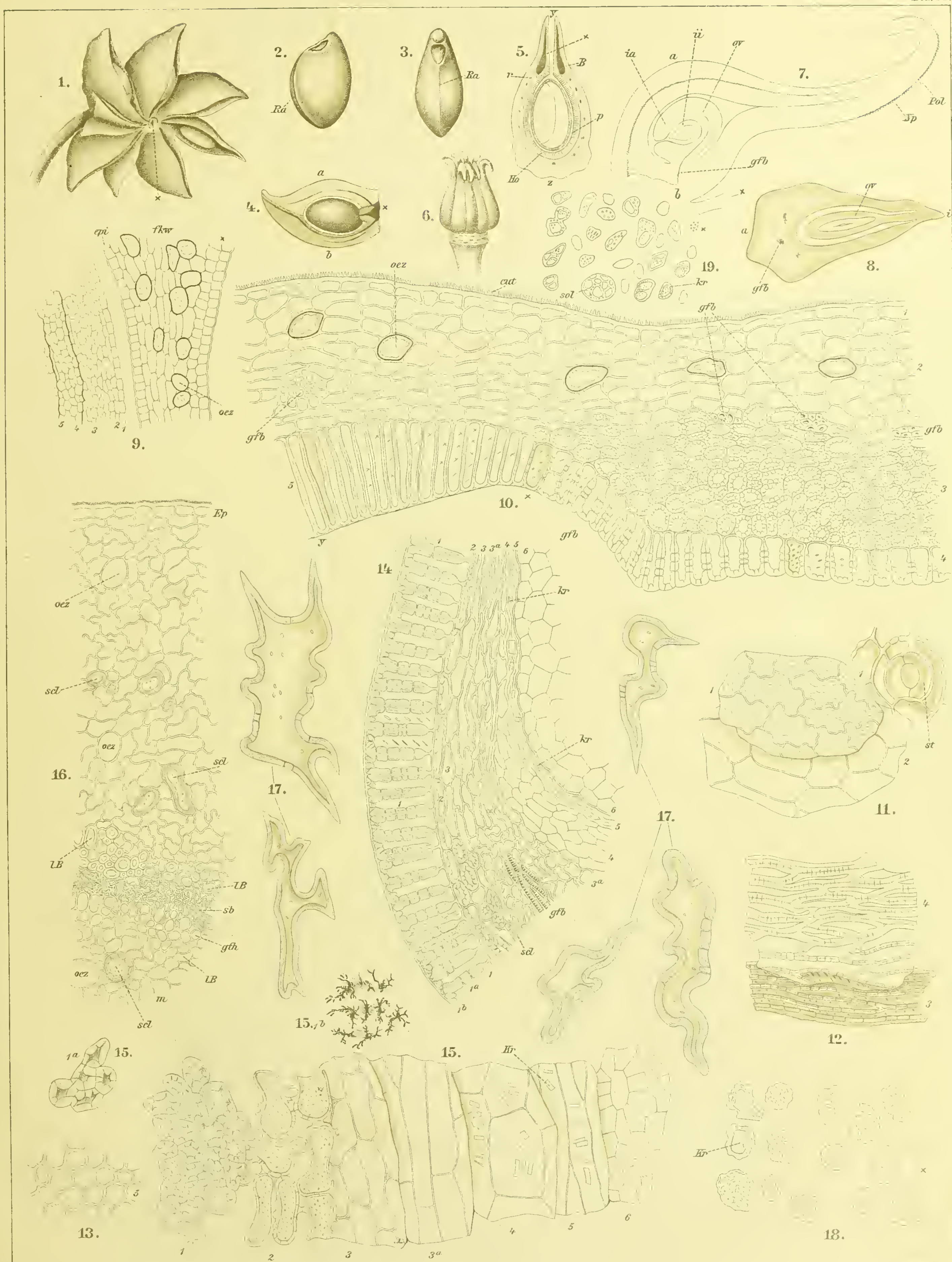
Die Aleuronkörner der beiden Arten sind so gut voneinander zu unterscheiden, dafs man keiner weiteren diagnostischen Hilfsmittel bedürfte, wenn der Samenkern stets ausgebildet wäre. Leider trifft man aber in der Handelsware oft unter zehn Samen nur bei einem einen ausgebildeten Samenkern, bei allen übrigen ist er zusammengeschrumpft oder verkümmert. Dieser Umstand setzt die Bedeutung der Aleuronkörner für die Diagnose etwas herab.

Eine sehr sichere und einfache Methode zur Unterscheidung des Sternanis von den Sikkimifrüchten ist die folgende, die man mit einem einzigen Carpell, ja mit einem halben in wenigen Minuten machen kann und die sich darauf gründet, dafs Sikkimi kein Anethol enthält. Man zerbricht die zu untersuchenden Carpelle in kleine Stückchen, entfernt die Samen, bringt die zerkleinerten Carpelle in ein Probiergläschen und kocht mit 1—2 cm Alkohol einige Minuten. Dann dekantiert man in ein anderes Probierglas und verdünnt mit Wasser. Die Sikkimifrüchte geben hierbei eine klare Flüssigkeit, während der alkoholische Auszug des echten Sternanis von ausfallendem Anethol milchig trübe ist. Läfst man die alkoholischen Auszüge auf zwei Uhrgläsern verdampfen, so giebt Sikkimi schön ausgebildete Kristalle (von Sikkiminsäure?) in grofser Menge, der echte Sternanis dagegen nur sehr kleine undeutliche Kristalle oder gar keine.

Tafel 55.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Ganzer Fruchtstand (Sammelfrucht) von oben.
„ 2. Same von der Seite.
„ 3. Same von vorn.
„ 4. Einzelfrucht, längs durchschnitten, bei *a* die Fläche der klaffenden Spalte, bei × die Stelle, wo die Frucht dem Fruchtstiel angewachsen ist.
„ 5. Frucht durchschnitten, und zwar in der Richtung *a*—*b* der Fig. 4, also bei *z* die Unterseite (Lupenbild). *B* Bastzellbeleg, *y* klaffende Spalte, *p* Palissaden des Endocarps.
„ 6. Die zu einer Säule vereinigten Fruchtknoten der Blüte, noch aufrecht.
„ 7. Längsschnitt durch einen solchen Fruchtknoten; auch das Ovulum ist längs durchschnitten (Lupenbild).
„ 8. Fruchtknoten, quer durchschnitten, und zwar in der Richtung *a*—*b* der Fig. 7 (Lupenbild).
„ 9. Details aus diesem Schnitt. *Fkw* Fruchtknotenwand, 1—5 Integumente des Ovulums. *oez* Ölzellen.
„ 10. Querschnitt durch die Fruchtknotenwand, Richtung *a*—*b* in Fig. 4 (analog Fig. 5), an der Stelle geführt, wo die Palissadenepidermis des Endocarps (5) in die Epidermis der Spaltflächen (4) übergeht. Die Zahlen 1—5 in Fig. 10 bis 13 korrespondieren miteinander und bezeichnen die gleichen Gewebe.
Fig. 11. Epidermis (1) und Parenchym (2) der Fruchtschale, von der Fläche gesehen.
„ 12. Innenepidermis der Fruchtschale an der Spaltfläche (bei ×, Fig. 5), und die darunter liegenden Bastzellen (*B*, Fig. 5) von der Fläche gesehen.
„ 13. Palissaden des Endocarps (*p*, Fig. 5), von der Fläche gesehen.
„ 14. Querschnitt durch die Samenschale (1—5) und das Endosperm (6), die Zahlen 1—6 in Fig. 14 u. 15 bezeichnen die gleichen Gewebe.
„ 15. Flächenansichten der einzelnen Schichten der Samenschale. 1, 1^a, 1^b Epidermis, 2 supepidermale Schicht, 3 u. 3^a Parenchym, 4 und 5 kristallführende Schichten, 6 Endosperm.
„ 16. Querschnitt durch den Fruchtstandstiel, *scl* die grofsen Astrosclereiden in Mark und Rinde.
„ 17. Astrosclereiden isoliert.
„ 18. Aleuronkörner des Sternanis. × Globoide isoliert.
„ 19. Aleuronkörner der Sikkimifrüchte. × Globoide isoliert.



Lith. Anst. v. J. Kirst, Leipzig.

Sem. myristicae.

Muskatnuss, Nux moschata, Noix muscade, Nutmeg.

Die Muskatnüsse sind die Samenkerne von Myristica fragrans Houttuyn (M. moschata Thunb., M. aromatica Lam., M. officinalis L. f.), welche Pflanze im tropischen Asien allenthalben kultiviert wird. Die Pflanze ist diklin-diözisch. Ihre kleinen, hellgelben, wie Orangenblüten riechenden, zu Rispen vereinigten (♂) oder einzeln stehenden (♀) Blüten, die denen unserer Maiblume etwas ähnlich sind, besitzen drei Perigonblätter, die zu einem glockenförmigen, unterständigen Perigon verwachsen sind. Einer der Perigonzipfel steht median-rückwärts. Die männlichen Blüten haben zu einer Staminalsäule verwachsene, monadelphische Staubfäden und keinen Stempelrest, die weiblichen Blüten keine Staminalreste, sondern nur einen freien, oberständigen Stempel, der aus der Basis der Blüte herausragt und aus dem gestreckt ei-kegelförmigen Fruchtknoten und einer sitzenden, zweizipfeligen Narbe (Fig. 4) besteht. Der Fruchtknoten besteht aus einem Karpell, ist einfächerig, im Durchschnitt 2—3 mm dick und etwa 5 mm lang und an der von dem Blütendeckblatt abgewandten Seite mit einer Längsnaht versehen (Fig. 2).

Die Korolle besteht aus einem dünnwandigen Parenchym, in dem aufser den Nervenbündeln unregelmäfsig streichende, milchröhrenartige Sekretbehälter, runde Ölzellen mit verkorkter Wand und Astrosclereiden (Angew. Anatomie, S. 302) einzeln oder zu Gruppen vereinigt sich finden.

Der Blütenstiel enthält die gleichen Elemente wie die Korolle, doch sind die Sclereiden stärker verdickt. Kalkoxalat findet sich in einigen Zellen.

Der Fruchtknoten besitzt eine ziemlich dicke Wand aus parenchymatischem Gewebe, in welches sehr zahlreiche verkorkte Ölzellen eingebettet sind, die gröfser sind als die Elemente des umgebenden Gewebes und sehr frühzeitig schon angelegt werden. An der Basis ist ein einziges anatropes Ovulum, das am Chalazaende etwas zugespitzt ist, fast basal inseriert (Fig. 1 u. 4). Dasselbe erfüllt die Fruchtknotenhöhlung ganz, zeigt einen Durchmesser von 0,8 mm und besitzt zwei Integumente, die ungefähr gleich dick sind (Fig. 1). Die beiden Integumente sind verschieden ausgebildet. Das innere reicht nicht bis zur Chalaza, ist an der Spitze etwas angeschwollen und bildet allein den Mikropyleverschluss. Das äufsere umschliefst das Ovulum unten vollkommen (bis auf die Chalazastelle) und geht in der Umgebung der Chalaza direkt in das Nucellargewebe über, weiter oben (gegen die Mikropyle hin) liegt es scharf abgegrenzt dem Nucellus an und nur in dem gegen die Mikropyle zu liegenden obersten Teile des Ovulums grenzt es an das innere Integument. Die Insertion des inneren Integumentes (Fig. 1, *ii*) befindet sich also etwa in halber Höhe zwischen Chalaza und Mikropyle. Der Embryosack (*Ems*) liegt im oberen Teile des Nucellus und schliefst nach unten etwa in der Höhe der Insertion des inneren Integumentes ab. Das ihn umgebende Nucellargewebe ist etwa ebenso dick wie das innere Integument. Der untere Teil des Nucellus von der Chalaza an bis unterhalb der Insertion des inneren Integumentes wird mit Ausnahme einer äufseren Dauergewebsschicht von der Dicke des inneren Integumentes aus meristematischem Gewebe gebildet. Ein derartiges Meristem findet sich auch sowohl an der Innenseite des inneren Integumentes als auch an der Aufsenseite des Oberteiles des Nucellus in Form einer dünnen Schicht, die mit dem Meristem des Nucellusunterteiles in Verbindung steht und sich nach oben gegen das Mikropyle hin allmählich verjüngt (Fig. 9). Das Raphebündel ist unverzweigt und wird von milchröhrenartigen Sekretbehältern begleitet. Die Mikropyle des Ovulums ist nicht genau abwärts gerichtet, sondern etwas nach vorn gewendet (Fig. 1). Die Mediane des Ovulums, die Symmetrieebene desselben, bildet mit der durch die Karpellnaht gelegten Ebene einen Winkel.

Die Entwickelungsgeschichte des Samens ist nun folgende. Als leitender Grundsatz ist zunächst zu bemerken, dafs der Teil des Ovulums, in dem das innere Integument liegt, d. h. also der obere, gegen die Mikropyle gelegene, im Längenwachstum stark gegen den übrigen unteren Teil zurückbleibt. Der letztere streckt sich so stark, dafs er schon in einer jungen Samenanlage von 2—2,5 mm Durchmesser bei weitem die Hauptmasse einnimmt (Fig. 9). Da nun aber der obere Teil bei fast ganz unterbleibendem Längenwachstum etwas Breitenwachstum zeigt, so ist die Folge die, dafs er gegen die Spitze der Samenanlage gedrückt und der Teil des Ovulums, der auch vom zweiten Integumente bedeckt ist, verschwindend klein wird (Fig. 9). Die Nucellusspitze nimmt in diesem Stadium zunächt eine kegelförmige Gestalt an, später erscheint sie fast eingeschnürt, einer Anschwellung des inneren Integumentes entsprechend (Fig. 10).

Die weitere Entwickelung in dem inneren Gewebe der Samenlage ist vorwiegend an die Thätigkeit des oben erwähnten

vorwiegend im Nucellus gelegenen Meristems geknüpft, welches sehr frühzeitig sowohl nach aufsen wie nach innen Dauergewebe bildet. Bei einem 1,5 mm dicken Ovulum (Fig. 9) streicht die Meristemzone etwa in der Mitte des Nucellusgewebes, rückt aber, da im Anfange besonders nach aufsen reichlich Dauergewebe gebildet wird, rasch nach der Innenseite hin, so dafs sie im weiteren Verlaufe mehr der Innen- wie der Aufsenseite des Nucellus genähert bleibt (Fig. 10). Diese Meristemschicht (Fig. 11, *Me*), die auch wennschon als viel schmälere Zone und nur ein Stück weit an der Innenseite des inneren Integumentes gefunden wird und der Nucellusspitze gänzlich fehlt, ist in ungleicher Weise thätig. Im ganzen Nucellusunterteile, d. h. in dem gröfsten Teile der Samenknospe bildet sie sowohl nach aufsen wie nach innen reichlich Dauergewebe, an der Innenseite des inneren Integumentes dagegen nur wenig und da sie der Nucellusspitze fehlt, entsteht hier überhaupt kein Dauergewebe. Dieser Dauergewebsbildung, die zur Entstehung eines sekundären Nucellar- oder Perispermalgewebes führt, wie es im Pflanzenreiche bisher sonst wohl nirgends beobachtet wurde, wirkt nun aber von innen her die resorbierende Thätigkeit des Endosperms entgegen. Der Embryosack vergröfsert sich nämlich frühzeitig und resorbiert allmählich die von dem Meristem nach innen gebildeten Dauergewebsschichten des Hüllperisperms (*Da*, in Fig. 10, 11, 12, 14) nahezu vollständig. Im reifen Samen sind sie fast ganz aufgezehrt (Fig. 27), aber auch im halbreifen Samen ist die Innenschicht des Dauergewebes nie sehr breit. Sie besteht stets aus farblosem Parenchym vom Charakter transitorischer Gewebe. Die Aufsenschicht dagegen trägt ganz den Charakter eines typischen Dauergewebes. Sie wird, je weiter sich die Samenanlage entwickelt, immer breiter und immer reicher differenziert. Einige Zellen bilden sich zu Sekretzellen um, in anderen entstehen bräunliche Stoffwechselprodukte. Endlich werden auch Prokambiumstränge angelegt, die später zu zarten Gefäfsbündeln sich entwickeln. Dafs in einem Perisperm Bündel entstehen, ist ein ganz seltener Fall, und wohl auch nur verständlich, wenn man berücksichtigt, dafs die Randschicht des Nucellus im Unter- und Hauptteile, des Nucellus wenigstens, d. h. dort, wo das innere Integument nicht mehr wahrzunehmen ist, eigentlich das letztere vertritt und durch das Perispermalmeristem ein neues eigenartiges sekundäres Gewebe erzeugt wird, welches nicht mehr ganz als Perisperm betrachtet werden kann. Denn nur in dem neugebildeten Gewebe, dem Sekundärperisperm, entstehen diese Prokambiumstränge (Fig. 11, *proc*), nicht im primären Perisperm.

Das Perispermalmeristem ist aber auch der Sitz einer weiteren eigenartigen Veränderung. Es zeigt nämlich an bestimmten Punkten ein lokalisiert verstärktes Wachstum. Die ersten Anzeichen dieser Erscheinung sind schon sehr frühzeitig bei nur wenige Millimeter dicken Ovulis sichtbar (Fig. 11). Etwa zu gleicher Zeit, wenn in dem Randperisperm Prokambiumstränge differenziert sind, wölbt sich an bestimmten Stellen das Gewebe gegen den Embryosack vor (Fig. 11) und es entstehen zuerst niedrige, dann immer länger werdende Zapfen resp. Platten (Fig. 10, 12, 14). Die ersten Stadien dieser Zapfenbildung sind in Fig. 11, die späteren in Fig. 10 (hier im Längsschnitt) wiedergegeben. Bei einem 6 mm im Durchmesser messenden Samen besitzen diese Zapfen den in Fig. 12 dargestellten Bau. Sie sind umgeben vom inneren hellen Dauergewebe (*Da,*), dann folgt das Meristem (*Me*) und zu innerst liegt ein zweites Dauergewebe (*Da,,*), welches direkt in das Randgewebe übergeht und in dem schon jetzt Gefäfsbündel (*gfb*) oder wenigstens Prokambiumstränge (*proc*) sichtbar sind. Einige Zellen dieses Gewebes sind bereits in diesem Stadium zu Ölzellen umgebildet. Diese Zapfen entstehen nur an den Stellen, wo das Perisperm direkt an das äufsere Integument grenzt und nicht aus dem Meristem am Rande des inneren Integumentes, welches letztere überhaupt schon in diesem Stadium quantitativ stark zurücktritt (Fig. 10). Besonders an der Spitze zeigen die plattenartigen Zapfen lebhaftes Wachstum, auch wohl Verbindungen und Gabelungen (Fig. 14). Sie werden zu den braunen Ruminationsfalten (Fig. 26, *Ruf* u. 27), die dem Querschnitte des reifen Samens sein charakteristisches Aussehen verleihen und den Charakter des Albumen ruminatum bedingen (Fig. 21 u. 22). Bei einer Frucht von 3,5 cm Durchmesser (Samenanlage 1 cm) sind diese Sekundärperispermzapfen noch farblos, führen aber bereits typische Ölzellen (Fig. 25) und enthalten reichlich Gerbstoff im Inhalte der die Ölzellen begleitenden Zellen, wie man durch $Fe_2 Cl_6$ und $K_2 Cr_2 O_7$ feststellen kann. Beim nahezu reifen Samen entsteht in den Zapfen mit chromsaurem Kali kaum noch eine Gerbstoffreaktion im Zellinhalte, dagegen hat die Phlobaphenbildung begonnen und die Speicherung des Phlobaphens in den Wandungen, die dadurch eine braune Farbe angenommen haben. Beim reifen Samen sind gerbstoffartige Körper fast nur in den braunen Wänden nachzuweisen, die meist ganz von Phlobaphenen durchtränkt und dadurch braun gefärbt sind.

Besonders am reifen Samen tritt aber auch der Unterschied zwischem dem Primärperisperm und dem Sekundärperisperm (*p Psp* und *s Psp*, Fig. 11) deutlich hervor (Fig. 27). Das äufsere Primärperisperm ist heller, bündelfrei und besteht aus gröfseren Zellen, die nicht alle Phlobaphen führen, das Sekundärperisperm führt die Bündel, ist kleinzelliger, aber dicht mit Phlobaphenen erfüllt. Es läuft als schmale Zone rings um den Samen herum und entsendet die Zapfen ins innere des Samens. Das Primärperisperm wird durch Zellteilung besonders in den äufseren Zellschichten vermehrt.

Der Innenraum des Embryosackes ist sehr lange mit einer milchigen Flüssigkeit erfüllt. Erst verhältnismäfsig spät beginnt die eigentliche Endospermbildung im Embryosacke. Das Endosperm resorbiert zunächst alles aufserhalb der Meristemzone liegende Dauergewebe (*Da*, Fig. 12) bis auf geringe, im reifen Samen am Rande der braunen Ruminationsfalten sichtbar bleibende Reste (Fig. 25 u. 27, *obl*). Dann entsteht in dem durch die Zapfen reich gekammerten Raume vom Rande der Zapfen her, nach innen fortschreitend, das dünnwandige Endosperm (*End*), welches im reifen Samen das ganze Innere erfüllt. Die Teilungen der Zellen sind am Rande, d. h. an den

Zapfen, besonders in den ersten Stadien, noch sehr gut zu sehen: die Zellen bilden Radialreihen, die rechtwinklig auf der Zapfenoberfläche stehen. Später verwischt sich dies. Anfangs enthalten die Endospermzellen nur Plasma, aber auch noch in ganz ausgewachsenen Samen, bei denen die Zellbildung im Endosperm nahezu ganz abgeschlossen ist, findet man in ihnen nur Plasma und Zellkern und das Ganze erscheint noch hyalin. Erst wenn die Frucht aufgesprungen ist, beginnt auch der Endosperminhalt sich zu differenzieren. Das Endosperm erscheint nunmehr weifs. In seinen Zellen findet man neben den sehr deutlichen Zellkernen viel Stärke und die Aleuronkörner, besonders die Kristalloide derselben, beginnen sich zu differenzieren. Sie treten, da sie zudem meist gelblich gefärbt sind, besonders in diesem Stadium sehr deutlich hervor. Doch auch jetzt noch ist nur wenig Fett zu bemerken. Der Keimling ist ebenfalls noch stark in der Entwickelung zurück. Er wird von zwei kleinen rundlichen, durch einen kurzen Zapfen zusammengehaltenen Läppchen gebildet. Erst bei der völlig reifen, aufgesprungenen Frucht zeigt auch das Endosperm seine definitive Ausbildung: Die Zellen sind mit Fett erfüllt, in welches reichlich Stärkekörner eingebettet sind (Fig. 27). Jede Zelle enthält meist auch ein Aleuronkorn. Da das Endosperm vom äufseren Rande her nach innen und von dem Rande der Zapfen aus nach innen, den Seiten, nach oben und unten zu sich entwickelt, so stofsen schliefslich die gegeneinander wachsenden Endospermmassen ungefähr in der Mitte zwischen den Zapfen zusammen. Hier sieht man noch lange einen Spalt, der erst im ganz reifen Samen durch Verwachsung der beiden innersten Zelllagen verschwindet. Diese innersten Zelllagen bleiben aber auch im reifen Samen von dem übrigen Endosperm dadurch verschieden, dafs sie nur Stärke und kein Fett oder Aleuron enthalten. Diese innersten, different ausgebildeten Endospermschichten habe ich bei anderen Samen als „Quellgewebe" unterschieden, da sie bei der Keimung quellen und die Nahrungsaufnahme des Keimlings aus dem Endosperm vermitteln. Auch hier stehen sie zum Keimling in Beziehung. Denn in ihnen wandern die Reservestoffe zum Keimling und sie bilden die Leitbahnen (*Lc* in Fig. 21 u. 22), auf denen die Kotyledonarzapfen bei der Keimung ins Endosperm vordringen (siehe unten). Der Geschmack des fertigen Endosperms ist nicht aromatisch, sondern nufsartig. Nur beim getrockneten Samen nimmt er durch Infiltration von den Ruminationszapfen her Aroma an.

Der Keimling ist bei dem völlig reifen Samen an der Mikropylarseite desselben und — gemäfs der etwas seitlichen Lage der Mikropyle — auch etwas seitlich inseriert (Fig. 22, *Em*). Er besteht aus zartem, stärkereichem Parenchym, das von zahlreichen gestreckten, milchröhrenartigen Sekretschläuchen durchzogen ist, die mit einem braunen Inhalte erfüllt sind.

Schon oben wurde erwähnt, dafs das zweite, innere Integument in den weiteren Entwickelungsstadien kaum in Betracht kommt, da es sich nur wenig weiter entwickelt und gegen die obere Seite des Samens geschoben wird (Fig. 10). In der That ist die Stelle, welche dem inneren Integumente entspricht, beim reifen Samen auf ein ganz kleines Gebiet an der Spitze beschränkt. Immerhin kann man sie doch auch dort noch erkennen. Es ist nämlich die an das Endosperm daselbst angrenzende Schicht, soweit das innere Integument reicht, palissadenartig gestreckt und das ganze Gewebe ist mehr gleichartig und zeigt nicht die ziemlich scharf hervortretende Sonderung wie beim Primär- und Sekundärperisperm (siehe oben), in die das Gewebe allmählich übergeht. An der Spitze des Nucellusoberteiles erfolgt die Resorption des Nucellusgewebes seitens des Embryosackes nur langsam. Da sie aber stetig fortschreitet und hier ein Meristem nicht für Erneuerung sorgt, so wird das Nucellusgewebe, das den Embryosack von dem Gewebe des inneren Integumentes in der Nähe des Endostoms trennt, bis auf geringe Reste gänzlich resorbiert. Hier wächst also das Nucellargewebe nicht nur nicht weiter, wie im übrigen zapfenbildenden Teile, sondern geht vollständig zu Grunde. Dadurch wird es möglich, dafs sich der Embryosack und der an seiner Spitze aus der Eizelle hervorgehende Embryo bis an die Endostomspalte und sogar in diese hineinschieben kann (Fig. 29).

Die Samenschale besitzt folgende Entwickelungsgeschichte. Zunächst ist zu bemerken, dafs sich an der Bildung derselben vorwiegend das äufsere Integument des Ovulums beteiligt, das innere bildet nur an der Spitze des Samens auf einer kleinen Strecke hin die innere Samenschale, im ganzen übrigen Teile wird die letztere von dem Hüllperisperm gebildet, bei dem deutlich das grofszellige Primärperisperm (Fig. 11, 26 u. 27, *p Psp*) und das durch Meristem (siehe oben) gebildete, die „Samenhautfalten" bezw. Zapfen bildende Sekundärperisperm (Fig. 11, 26 u. 27, *s Psp*) zu unterscheiden ist. Die Entwickelungsgeschichte der inneren Samenschale aus dem Hüllperisperm ist oben beschrieben. Die äufsere, aus dem äufseren Integumente hervorgehende Samenschale läfst zwei Schichten erkennen: Die zarte Aufsenschicht (Fig. 20, 1—3) und eine zweite harte Schicht (Fig. 20, 4—5), die als Mittelschicht der Samenschale bezeichnet werden mag.

Die zarte Aufsenschicht geht aus dem äufseren Integumente hervor mit einziger Ausnahme der inneren Epidermis desselben und der subepidermalen Zellreihe, also aus den Schichten 1—3, Fig. 16. Die innerste Zellreihe, die sich im Ovulum kaum different abhebt, wird im weiteren Verlaufe der Entwickelung etwas radial gestreckt. Die Epidermis (Fig. 20, 1) führt oft noch im reifen Samen viel Stärke. Ihre Zellen sind, von der Fläche betrachtet, polyedrisch. Die Schicht 2 besteht aus anfangs polyedrischen, später sich tangential streckenden Zellen, die anfangs Stärke, später bisweilen einen braunen Inhaltskörper führen. Auch Oxalat kommt in den Zellen vor. Diese Schicht ist im reifen Samen von milchröhrenartigen Sekretschläuchen (Kinoschläuchen) durchzogen. Aufser dem Raphebündel, welches, da der Funiculus mit dem äufseren Integumente verwachsen ist, ebenfalls in dieser Schicht verläuft, sind in den jüngeren Stadien der Entwickelung des Samens nur einige Prokambiumstränge wahrzunehmen. Dieselben werden aber zu normalen Bündeln, so dafs beim reifen Samen in dieser Schicht zahlreiche anastomosierende Gefäfsbündel (*gfb*, Fig. 20) liegen, die, wenn man den Samen von

aufsen betrachtet, als ein Netzwerk erscheinen. Sie alle stehen mit dem Raphebündel in Verbindung.

Die harte Mittelschicht der Samenschale (Fig. 20, 4—5) bildet zwei Reihen von Zellen: eine Reihe von relativ kurzen Aufsenpalissaden (Nebenpalissaden) (*Ap*, Fig. 19 u. 20) und eine Reihe von hohen Innenpalissaden (Hauptpalissaden) (*Ip*, Fig. 19 u. 20). An diese legt sich dann nach Innen zu eine Reihe von Querfasern (Faserlage) (*gfs*, Fig. 19 u. 20) an. Im bei weitem gröfsten Teile des Samens gehen die Querfasern aus der Epidermis des Nucellus bezw. Perisperms, die Innenpalissaden aus der inneren Epidermis des äufseren Integumentes und die Aufsenpalissaden aus der unter der inneren Epidermis liegenden subepidermalen Zellreihe des äufseren Integumentes hervor. Nur dort, wo das innere Integument liegt, geht die Querfaserschicht aus der äufseren Epidermis dieses Integumentes hervor (Fig. 30) und nur in einem ebenfalls kleinen Gebiete um die Chalaza beteiligt sich auch die subepidermale Zelllage des Nucellus an der Bildung der Mittelschicht (Fig. 28).

Die Entwickelung der drei Lagen geht aus dem Vergleiche der Figuren 16—20 hervor. Die zu den Querfasern werdende Nucellar-Epidermis bleibt frühzeitig (Fig. 17, 6) im Querwachstum zurück und entwickelt sich nur wenig in die Breite und Höhe. Dagegen strecken sich die Zellen meist in der Richtung zur Samenoberfläche, rechtwinkelig zur Richtung der Palissaden und verdicken sich (Fig. 20, 6). Im reifen Samen bilden sie sehr mannigfaltige Formen: längsgestreckte Bastfasern, unregelmäfsige, sogar bisweilen polygonale Formen mit linksschiefen Tüpfeln. In einer begrenzten, die Chalaza unmittelbar umgebenden Zone (Fig. 28) werden die epidermalen Elemente des Nucellus nicht in der eben beschriebenen Weise entwickelt, sondern bilden den Innenpalissaden ähnliche Zellen (Fig. 28, *Ip,*), während die subepidermale Zellschicht des Nucellus im vollständig entwickelten Zustande (Fig. 28, *sepd*) eine grofse Ähnlichkeit mit den Aufsenpalissaden hat. Gegen die Spitze des Samens hin werden diese Zellen kürzer. Die erstgenannten gehen ziemlich rasch in die Querfaserschicht, die letzteren in das subepidermale Parenchym des Perisperms über. Die innere Epidermis des äufseren Integumentes streckt sich in radialer Richtung, so dafs frühzeitig Palissaden entstehen (Fig. 17, 5), die sich rasch enorm strecken, und anfangs scheinbar knotige Verdickungen der Wand zeigen (Fig. 18, 5). Es sind dies die Anlagen der spiraligen Wandverdickungen. Schon in diesem Stadium treten Oxalatkristalle in den Zellen auf. Dann verdickt sich bei fortschreitender Radialstreckung die Wand (Fig. 19, 5), und beim fertigen Samen sind die nunmehr ausgebildeten Innenpalissaden, mit Ausnahme der beiden Enden, wo sie dünnwandig bleiben, stark verdickt, oft fast bis zum Schwinden des Lumens. Die Verdickung ist eine unregelmäfsige, meist sind Spiralleisten zu bemerken (Fig. 20, *Ip*). Das Lumen ist daher auch spiralig gewunden. Die Zellwände sind stark verholzt und oft gelbbraun. In dem verdünnten Ende liegen oft grofse Kalkoxalatkristalle, ebenso in den erweiterten Teilen der mittleren Partie (*Kr*, Fig. 20). Die Höhe der Zellen wechselt in ziemlich regelmäfsiger Weise, so dafs die Aufsenseite dieser Schicht Berge und Thäler bildet. In diese greifen mit gleicher Regelmäfsigkeit die Aufsenpalissaden ein (Fig. 19 u. 20). Die Aufsenpalissaden, die subepidermalen Zellen des äufseren Integumentes, strecken sich auch frühzeitig, bleiben aber hinter den Innenpalissaden zurück (Fig. 17—19, 4). Auch verdicken sie ihre Wand nicht. Beim reifen Samen sind sie nur ein Viertel so hoch als die Innenpalissaden. Bisweilen tritt Tangentialteilung ein, so dafs dann zwei kürzere Zellen übereinander liegen. An den Stellen, wo die Wellenberge der Innenpalissadenschicht liegen, führen die dort kurzen Aufsenpalissaden gewöhnlich braunen Inhalt, im unreifen Samen Gerbstoff. Die Innenpalissaden sind meist 850—950 mik hoch und 15 bis 19 mik breit.

Die Entwickelung dieser epidermalen und subepidermalen Zellen beginnt nicht an allen Stellen des Samens gleichmäfsig und schreitet auch nicht gleichmäfsig fort. Am frühesten beginnt sie an der Chalaza, am spätesten an der Samenspitze. Am frühesten sind die Aufsenpalissaden fertig, zuletzt erreichen die Bastzellen der Querfaserschicht ihre definitive Form. An der Spitze des Samens ist ein beide Integumente durchsetzender Kanal zu bemerken (Fig. 29 u. 30, *Ka*). Derselbe entspricht im inneren Integumente der Mikropyle. Im äufseren entsteht er dadurch, dafs das anfangs (Fig. 1) nicht bis zur Mikropyle reichende Integument zwar später an der Spitze zusammenwächst, aber die Verwachsung keine vollständige ist (Fig. 29). Die Innenpalissaden sind an dem schmalen Kanale schräg gegen den letzteren gestellt (Fig. 30), übrigens, besonders im äufseren Teile, oft verbogen und unregelmäfsig gestaltet. Auch die Verdickungen der Wand sind hier sehr viel unregelmäfsiger wie bei den übrigen Innenpalissaden. Man findet hier Netzleisten, Querleisten und Spiralleisten (Fig. 30). Dieser Kanal dient dem Keimling als Austrittsgang bei der Keimung.

An der Basis des Samens liegt die Chalaza. Hier tritt das Raphebündel (*Ra*) durch eine ovale Öffnung in das innere des Samens ein (Fig. 28). Es steht sowohl mit den Bündeln der Aufsenschicht der Samenschale wie mit denen des Sekundärperisperms in Verbindung.

Die Keimung erfolgt in folgender Weise. Während der Keimling in dem unreifen Samen die in Fig. 29, *Em* dargestellte Gestalt hat, später dann die in Fig. 31 u. 22, *Em* dargestellte annimmt, sieht er im völlig reifen Samen oft so wie in Fig. 32 dargestellt ist aus, d. h. die ursprünglich becherförmig gestalteten Kotyledonen haben sich in ihrer Spitze zerschlitzt, sind bereits in das Endosperm eingedrungen und brechen daher, da das Gewebe des Endosperms äufserst zart ist, an den Stellen, wo sie dem Endosperm eingefügt sind, leicht ab (×, Fig. 32). Da das Embryogewebe zudem sehr leicht schrumpft, so findet man in der Handelsware für gewöhnlich an der Stelle des Embryos nur ein total geschrumpftes Gebilde. Wenn die Keimung beginnt, so dringen die Zipfel der Kotyledonen in das Endosperm ein, und zwar wandern sie, an der Spitze fortwachsend, auf den oben erwähnten vorgebildeten „Leitbahnen“ (*Le* in Fig. 33 u. 35) vorwärts. Diese Leitbahnen, die auch bei der trockenen Muskatnufs als zarte, die Zapfen in regelmäfsigen Abständen umziehende weifse Linien gut zu

sehen sind (*Le*, Fig. 21 u. 22) enthalten nur Stärke und meist weder Fett noch Aleuron wie das übrige Endosperm. Ihr Inhalt dient zur Ernährung der eindringenden Kotyledonarlappen. Sie selbst werden nebst ihrem Inhalte von diesen aufgezehrt (Fig. 36). In den so gebildeten Spalten dringen nun die Kotyledonarlappen, die Zapfen des Sekundärperisperms umziehend, bis zum anderen Ende des Samens vor (Fig. 35). Sie funktionieren wie Saugorgane, indem sie allmählich das ganze Endosperm entleeren. Das Eindringen der Kotyledonarzipfel in die Leitbahnen scheint sehr frühzeitig zu erfolgen, bisweilen wohl schon im reifen, noch am Baume hängenden Samen. Wenigstens fand ich sie bei der Handelsware schon bisweilen ein ziemliches Stück weit ins Endosperm vorgedrungen. Der Keimling wird bei der Keimung durch die oben erwähnte Spalte am Mikropylarende (Fig. 29 u. 30) herausgeschoben und nur die Kotyledonarlappen bleiben im Samen stecken (Fig. 33). Im herausgeschobenen Teile des Keimlings differenzieren sich nun zunächst Plumula und Radicula (Fig. 34), die Radicula dringt in den Boden, die Plumula wendet sich nach oben. Fig. 35 stellt ein vorgerücktes Keimungsstadium dar und zeigt deutlich, wie die im Samen stecken bleibenden und ihn durchwuchernden Kotyledonarzapfen als Saugorgan fungieren, sie zeigt aber auch, dafs die Austrittsöffnung nur soweit erweitert wird, dafs der Keimling gerade austreten kann. Dies dient zur Abhaltung von Fäulniskeimen. Auch die Phlobaphene der Perispermzapfen wirken antiseptisch — beides sind also Einrichtungen, die für einen tropischen Samen zur Sicherung des Verlaufes des Keimungsprozesses wichtig sind.

Die Entwickelung und der Bau des Arillus des Samens, der die Samenschale bedeckt, wird weiter unten unter „Macis“ beschrieben werden.

Über die Fruchtschale der zweiklappig aufspringenden Frucht ist nicht viel hinzuzufügen. Der Bau der Fruchtknotenwand ist oben (S. 245) beschrieben worden. Durch lebhafte Teilungen in dem Grundgewebe wird dieselbe erheblich vergröfsert (Fig. 16, *frs*), so dafs die Dicke der Fruchtschale bei der reifen Frucht circa 10 mm beträgt. Aufser zahlreichen Ölzellen, bei denen die resinogene Schicht deutlich wahrzunehmen ist (*rsg*, Fig. 47), finden sich reichlich verzweigte, milchröhrenartige, einen braunen Inhalt führende Sekretbehälter (Kinoschläuche), das Gewebe durchziehend. In den äufsersten Partien entstehen durch Sclerotisierung einzelner Parenchymzellen Sclereiden, die sich stark verdicken, meist zahlreiche Fortsätze bilden und so zu Astrosclereiden werden. Dieselben verzahnen sich und verwachsen oft untereinander und bilden sehr harte Sclereiden-Nester, die den äufseren Schichten der Fruchtschale eine grofse Härte verleihen.

Die Haarbildungen, die schon beim Fruchtknoten deutlich ausgebildet sind (*t*, Fig. 1) und die der reifen Frucht das sammetartige Aussehn verleihen (*t*, Fig. 15) sind sehr merkwürdig gebaut. Es scheinen Sternhaare zu sein (Fig. 16 *t* u. 16[a]), sind es aber doch nicht eigentlich. Die übereinander liegenden Zellen zeigen in der Stielregion Reihenanordnung, in der Sternregion ist jede Zelle beiderseits ausgezogen, und da die Lage der Ausstülpungsstelle wechselt, so kommt bei Betrachtung von oben (Fig. 16[a]) das Bild eines Sternhaares zu Stande. Bei der reifen Frucht sind die Haare ziemlich lang. Oft stehen zehn Zellen und mehr übereinander und es entsteht dann oft ein Bild, wie es Fig. 16[b] veranschaulicht.

Die Samen von Myristica argentea Warb. (long nutmeg, lange Muskatnüsse, Makassar oder Papuanüsse), der einzigen Art, die aufser Fragrans in bemerkenswerter Menge „Muskatnüsse“ in den Handel liefert, sind denen der echten Muskatnuss ähnlich, doch meist schmäler und länger, 20 bis 45 mm lang und 13—25 mm breit. Die im Handel befindlichen Samenkerne sind anatomisch nicht wesentlich von den echten verschieden und auch nur wenig geringer an Wert. Die Samen sind cylindrisch-konisch, an der Basis am breitesten, in der Schale (frisch) glänzend-rotbraun mit seichten Arillusfurchen. Die Aufsenseite der Samenschale ist feinhöckerig infolge verschiedener Länge der Innenpalissaden. Die Samenschale ist sehr hart. Die Epidermis bildet dünne, polygonale Zellen mit stark verdickter Aufsenwand. Sie trägt Spaltöffnungen. Das unter der Epidermis gelegene Gewebe wird von Gefäfsbündeln und Kinoschläuchen durchzogen, führt Phlobaphen. Die dünnwandigen Aufsenpalissaden gleichen denen der echten Muskatnufs. Da und dort kommen in dieser Schicht Lücken vor, die durch Auseinanderweichen benachbarter Zellen entstanden sind. Die stark verdickten Innenpalissaden bestehen aus ungleich langen Zellen. Einzelne Gruppen derselben bilden stellenweise spitze Erhebungen, die der Aufsenseite des getrockneten Samens das schon erwähnte höckerige Aussehn verleihen. Durch das Fehlen der Querfaserschicht, deren Bau ein vorzüglich brauchbares diagnostisches Hilfsmittel bei den Myristica-arten ist, unterscheiden sich die Samen von M. argentea von allen bisher untersuchten Myristica-samen. Unter den Innenpalissaden folgt nämlich direkt eine aus 2—3 Reihen bestehende Lage weitlumiger, parenchymatischer Zellen, die die Querfaserschicht vertritt, dann folgen dünnwandige, mit hellgelbem Inhalte erfüllte, zusammengefallene Zellen.

Das Endosperm ist dem von M. fragrans ähnlich und wie dieses von braunen, das ätherische Öl führenden Ruminationsplatten gekammert. Bisweilen sind diese Platten hier breiter und liegen zerstreuter, wie bei der echten Muskatnufs. Die Stärke fand ich hier nicht nur in Form von 5—40 mik grofsen Körnern, sondern auch als Kleister — wohl infolge unsorgfältigen Trocknens über dem Feuer. Die Aleuronkörner sind wenig deutlich, rundlich, länglich, birnenförmig. Globoide sind bisweilen wahrzunehmen, aber auch hier nicht regelmäfsig, immerhin besser als bei M. fragrans.

Was ist nun die Muskatnufs des Handels? Sie besteht nur aus dem 10—33 mm (meist 20—30) langen und 15—28 mm (meist 15—20) breiten Samenkerne. Sowohl die Fruchtschale wie der Arillus, wie auch die Samenschale bis zum Primärperisperm sind abgelöst. Die braune Hülle, die

den Samenkern bedeckt (Fig. 21 u. 22), ist die innere Schicht des Primärperisperms (Fig. 27, *pPsp*) und die vom Meristem nach aufsen erzeugte Schicht des Sekundärperisperms (Fig. 27, *s Psp*), von dem auch die brauen Zapfen gebildet werden, die dem Quer- und Längsschnitte durch den Samenkern ein so charakteristisches Aussehen verleihen (Fig. 21 u. 22). An den Stellen wo die Zapfen resp. Platten sich an das übrige Perisperm ansetzen, welche Stellen, von aufsen betrachtet, den vertieften Stellen der Furchen der runzeligen Aufsenfläche entsprechen, läuft stets ein Bündel. Diese Bündel anastomosieren untereinander und bilden, da sich der Kalk, mit dem die Muskatnüsse behandelt werden, hauptsächlich in den vertieften Stellen absetzt, das helle Netzwerk, welches der Oberfläche der Muskatnüsse das eigenartige Ansehn giebt.

Die Stelle wo beim Ovulum die Mikropyle liegt, ist auch am Samenkerne deutlich sichtbar. Kurz vor der, wie oben bereits betont, etwas seitlich gelegenen Samenbasis endigen die Perispermalbündel blind. Es folgt nun eine ovale Rinne und dann ein breiter heller Buckel, der die Lage des zweiten Integumentes markiert (Fig. 24). Ungefähr in der Mitte dieses Buckels ist ein kleines, rundes, dunkles Loch oder Spitzchen wahrzunehmen (*Mp*, Fig. 24): die Mikropyle und die Austrittsstelle des Keimlings bei der Keimung (siehe oben). Von diesem, dem Hilum entsprechenden Buckel geht eine seichte, dem Raphebündel entsprechende Furche zu der Stelle, die der Chalaza des Samens entspricht. Dieselbe liegt am entgegengesetzten Ende des Samens, gleichfalls excentrisch, aber auf der anderen Seite und ist durch eine dunklere Vertiefung markiert, in der ein Spitzchen (Fig. 23, ×) sichtbar wird: das Ende des hier abgelösten Raphebündels, der Ast des Raphebündels, der die Verbindung der äufseren Bündel der Samenschale mit den Hüllperispermbündeln vermittelt. So ist die Sache bei der Muskatnufs des Handels, die, wenn man den Kalk mit einer Säure entfernt, rehbraun erscheint.

Betrachtet man dagegen die Muskatnüsse in der Schale, wie solche bisweilen im Handel auftreten, so findet man den Samen mit einer harten, rotbraunen Schale bedeckt, die die flachen und breiten Eindrücke des Arillus zeigt. Da nämlich der Arillus (siehe Macis) schon sehr frühzeitig angelegt wird (Fig. 9, *Ar*), lange bevor die Innenpalissaden sich verdicken, und der Same in dem engen Fruchtfach eingeschlossen ist, so erzeugen die Arilluslappen auf der Oberseite der weichen Samenschale Abdrücke wie in Wachs. Bei der Muskatnufs in der Schale erscheint die Chalaza als ein breiter, etwas excentrisch gelegener Buckel an der Samenspitze. Von ihr läuft die Raphe als deutliche Linie zur Samenbasis.

Hier, wo der Arillus entspringt und wo der Same an der Basis des Fruchtfaches angewachsen ist, liegt ein gestreckt ovaler, hellerer Fleck: das Hilum, in dessen schmälerem Ende ein dunkler Punkt, ein kleines Loch, die Austrittsstelle des Keimlings, den der Mikropyle entsprechenden Samenmund, bezeichnet.

Der Keimling ist bei der Droge meist vollständig geschrumpft. In den Hüllperispermplatten sind alle Zellwände durch Phlobaphen gebräunt, die Ölzellen enthalten für gewöhnlich keine Öltropfen mehr (Fig. 27). In dem rings den Samenkern umgebenden Primär- und Sekundärperisperm, besonders in letzterem, sind reichlich rotbraune Phlobaphenmassen, die sich mit Eisenchlorid schwärzen, und in Kali langsam lösen, zu bemerken, die die braune Farbe der Aufsenseite der Handelswaare bedingen; besonders das Sekundärperisperm ist reich daran, so dafs die rehbraune Farbe des Samens beim Abscheuern der Primärperispermschicht dunkelbraun wird.

Die Zellwände des Primärperisperms sind verholzt, die des Sekundärperisperms nicht, die Zellen der ersteren sind gröfser und tangential gestreckt (Fig. 27) und besitzen reichlich Interzellularen, was man besonders gut auf dem tangentialen Flächenschnitte durch die äufserste Schicht der Muskatnüsse des Handels sehen kann. In den Zellen findet man stets eigentümliche Kristalle (*kr*, Fig. 27). Dieselben treten schon in frühen Entwickelungsstadien des Samens, wenn die Palissaden noch kaum angelegt sind, auf und sind auch für den reifen Samen ein sehr charakteristisches Merkmal. Sie bilden bald Prismen, Säulen, abgestumpfte oder schiefe Plättchen, bald Wetzstein- oder Schwalbenschwanzformen (Fig. 8 u. 27). Beim reifen Samen zeigen sie oft Korrosionserscheinungen. Sie lösen sich in konzentrierter Salzsäure und verdünnter Schwefelsäure, langsam in Alkalien, nicht in Wasser und Alkohol oder Äther, auch nicht in Essigsäure, konzentrierte Schwefelsäure bildet im ersten Moment reichlich Nadeln und dendritisch verzweigte Büschel, die sich aber bei Zufliefsenlassen von Wasser leicht lösen. Sie schmelzen, in Wasser bis 100° erhitzt, nicht. Aus diesen Reaktionen geht hervor, dafs sie weder ein Fett oder eine Fettsäure, noch ein Kalksalz sein können. Die vorübergehende Bildung von Sulfatnadeln bei Behandeln mit konzentrierter Schwefelsäure legt die Vermutung nahe, dafs wir ein schwer lösliches Kalisalz vor uns haben. In der That stimmen ihre Reaktionen am ersten noch auf Weinstein.

Die äufsersten Zellen des Primärperisperms enthalten bei der gekalkten Handelswaare reichlich kleine Körnchen von kohlensaurem Kalk. Die Zellwände der Ruminationszapfen sind resistent gegen Schwefelsäure. Das zwischen den braunen Platten liegende Endosperm ist bald weifs bei stärkereichen Sorten, bald hornartig bei den fettreichen. Die dünnwandigen Zellen enthalten neben einem Zellkerne reichlich Stärkekörner (Fig. 27, *st* u. Fig. 37). Dieselben sind entweder einfach und alsdann fast genau rund, oder zu 2—6—10—12 (selten bis 20) zusammengesetzt, oft überwiegen die zusammengesetzten. Die Gröfse variiert zwischen 3 und 18 mik, die meisten messen circa 10 mik. Die gröfsten sind einfach und rundlich. Jedes Korn zeigt einen Spalt (Fig. 37).

Neben der Stärke findet man helle Fettmassen und in jeder Zelle ein nicht gerade sehr deutliches Aleuronkorn (Fig. 38), welches aber nach Jodzusatz besser hervortritt. Es färbt sich gelb. Diese Aleuronkörner, die ich in schöner Ausbildung in dem von mir aus Asien mitgebrachten Alkoholmaterial fand (sie sind in demselben lichtgelb gefärbt), bestehen fast ausschliefslich aus einem wohlausgebildeten Kristalloid

des hexagonalen Systems, das, wie bei allen nicht keimungsfähigen Samen, sehr resistent ist gegen Reagentien und meist vortreffliche Ausbildung zeigt (Fig. 38). Man findet bald Oktaeder, bald Rhomboeder, bald sechsseitige Tafeln (Fig. 38, *y*), die, von der Seite betrachtet, wie Nadeln aussehen (Fig. 38, ×). Nicht selten zeigen die Kristalloide auch bei der Droge eigenartige Abschmelzungen und Korrosionen der Oberfläche, so dafs man den Eindruck erhält, als seien sie schon in Lösung begriffen (Fig. 38). Mehr wie ein grofses Aleuronkorn pflegen die Zellen nicht zu enthalten. Doch finden sich bisweilen aufser dem Solitär, entweder diesem aufsitzend oder isoliert, kleinere Proteinkristalloide in der Ein- oder Mehrzahl. Globoide sind neben den Kristalloiden nur sehr selten zu finden, nie in so prächtiger Ausbildung wie bei Myristica surinamensis (Angew. Anatomie, Fig. 37), deren Aleuronkörner auch ganz vorzüglich ausgebildete Kristalloide besitzen. Grundmasse sieht man häufiger. In der Randschicht des Endosperms fehlt ebenso wie in den Leitbahnen in der Regel das Aleuron. Stärkearme und fettreiche Muskatnufssorten besitzen meist besser ausgebildete Aleuronkörner. Stärke und Aleuron sind in festes, farbloses Ölplasma eingebettet. Das Fett kann man sich durch Erwärmen des Schnittes deutlich machen: Es fliefst zu Tropfen zusammen, die in Schwefelsäure unlöslich sind. Bisweilen ist es in den Zellen kristallisiert (Nadeln, Blättchen). Aus siedendem Alkohol kristallisiert es in feinen verzweigten Nadelbüscheln am Schnitte aus.

Die Zellen der Leitbahnen (*Le*, Fig. 21 u. 22), die in einiger Entfernung von den braunen Platten das Endosperm durchziehen und zwischen denen demgemäfs meist noch eine Partie normalen Endosperms (×, Fig. 21 u. 22) liegt, enthalten fast nur Stärkekörner, die zudem oft kleiner sind, als die des übrigen Endosperms. Besonders in den äufseren Partien des Endosperms findet man bisweilen einzelne Zellen gebräunt (×, Fig. 27). Diese enthielten im unreifen Samen Gerbstoff.

Das Pulver der Muskatnüsse bietet wenig Charakteristisches. Es besteht vorwiegend aus den aus den Zellen herausgelösten Zellinhalten der farblosen Endospermzellen, d. h. aus Stärkekörnern (Fig. 37) und Fragmenten von Fett bezw. Fettplasma. Selten findet man Aleuronkörner. Erhitzt man das Pulver in Chloral, so ist nunmehr das ganze Präparat mit Öltropfen übersät, die beim Erkalten kristallisch erstarren. Zwischen den Endospermfragmenten findet man auch Fragmente des rotbraunen Perisperms, des äufseren und des inneren und der Zapfen, selten auch Gefäfsbündelfragmente. In dem Primärperisperm sind Kristalle (Fig. 8) bemerkbar.

Macis.

Banda-Macis.

Die Macis- oder Muscatblüte ist der Arillus des Samens von Myristica fragrans. Die Bildung dieses Samenmantels erfolgt sehr frühzeitig. Schon in der noch ungeöffneten Blüte bemerkt man sowohl am Hilum, wie am äufseren Integumente, rings um das Exostom, eine kleine Anschwellung. Der Arillus von Myristica ist also eine eigenartige Zwischenform zwischen Arillus und Arillodium, denn er entspringt sowohl vom Funiculus wie vom Exostomrande. Die erste Anlage erfolgt am Funiculus. Diese verbreitet sich dann sowohl um das Hilum wie um den Exostomrand herum. In einem Ovulum von 2 mm Dicke (Fig. 9) ist der Rand des jungen Samenmantels, der nunmehr schon einen Basalbecher bildet, in Lappen zerschlitzt, die jeder mit einem Spitzenmeristem versehen sind und in einem wenig gröfseren Ovulum (Fig. 10) stofsen die Lappen bereits an der Chalaza zusammen. Von nun an wächst Arillus und Same gemeinsam. Schon in dem ein Ovulum von 3,5 mm Durchmesser umgebenden Arillus sind sowohl die Ölzellen als die Gefäfsbündel fertig angelegt. In einem etwas späteren Entwickelungsstadium waren Kristalle sichtbar, die später dann verschwanden. Die Exostomöffnung, die anfangs (Fig. 10) deutlich sichtbar ist und die Basis des Arillusbechers als rundliche Öffnung durchbohrt, verwächst allmählich, indem sich der Becher unten schliefst. Beim reifen Samen ist an der Basis des Bechers, wenn man denselben, während er noch am Samen ansitzt, betrachtet, ein vertieftes ovales Feld mit den Eintrittsstellen der Gefäfsbündel sichtbar.

Der fertige Arillus legt sich um den ganzen Samen herum (Fig. 15). An der Spitze schieben sich seine Lappen sogar übereinander, doch niemals zu einem so festen Knäuel wie bei der Bombay-Macis, wo an der Spitze des Samens ein fester Kegel dicht übereinander und durcheinander geschobener Arillarlappen liegt. Etwas unter den Stellen wo die Lappen sich zerschlitzen, zeigt der Arillus schon tiefe Längsfurchen.

Auf der festen Samenschale findet man die Abdrücke des weichen Arillus, da der letztere früher sich entwickelt, als sich die Sclereiden der Samenschale verdicken.

Der fertige Samenmantel, die Macis des Handels, ist beiderseits von einer Epidermis bedeckt, deren Zellen an der Innen- und Seitenwand nicht sehr stark, an der Aufsenwand aufserordentlich stark verdickt sind (Fig. 39, *Ep*). Die Wand besteht (bis auf die Kuticula) aus Cellulose. Die dicke Aufsenwandung zeigt oftmals schöne Schichtung, quillt besonders in heifsem Wasser stark, ja scheint sogar bei längerem Kochen sich darin zu einem Celluloseschleim partiell zu lösen. Von der Fläche gesehen, sind die Epidermiszellen aufserordentlich lang, parallelwandig, durch horizontale oder schiefe Querwände voneinander geschieden (Fig. 40, *Ep*), an den Seitenwänden hie und da getüpfelt. Bisweilen sind mehrere Schichten hypodermatisch ausgebildet, ohne dafs man jedoch von einem eigentlichen Hypoderm sprechen kann. Diese bisweilen auf bestimmte Stellen lokalisierte Verstärkung der Epidermis ist besonders an der Basis des Arillus sichtbar und bevorzugt

hier die Innenseite des Arillus, in den mittleren Teilen ist sie seltener, oben fehlt sie. Wenigstens eine, und zwar die subepidermale Zellreihe, ist in den unteren Teilen des Arillus fast immer dickwandiger als das innere Gewebe (×, Fig. 39). Auf dem Querschnitte erscheint das Lumen der Epidermiszellen meist tangential gestreckt (Fig. 39, *Ep*) oder rechteckig, niemals ausgesprochen radial gestreckt.

Das zwischen den Epidermen gelegene Gewebe besteht der Hauptmasse nach aus einem parenchymatischen dünnwandigen Gewebe, dessen isodiametrische Zellen mit eigentümlich geformten Amylodextrinstärkekörnern erfüllt sind. Diese Amylodextrinstärkekörner sind selten rundlich oder scheibenförmig, meist stäbchenförmig gestreckt, dabei oftmals wulstig verbogen, gekrümmt oder an den Enden beiderseits verbreitert (Fig. 45; vergl. auch Angew. Anatomie, Fig. 95). Man kann sie sich am besten dadurch sichtbar machen, dafs man die Fettmasse, in die sie eingebettet sind, durch Äther oder Alkohol entfernt. Sie färben sich mit Jod-Jodkalium rotbraun, quellen in Kali und in heifsem Wasser und lösen sich in kochendem. Die Lösung wird durch Jod rot gefärbt. Sie messen meist 1,5 bis 10 mik und zeigen selten eine deutliche Schichtung, meist sind sie homogen. Ich halte die Körner nicht für Amylodextrin, sondern für Amylodextrinstärke. Aufser dem Fett, das man sowohl durch Erwärmen, wie auch durch konzentrierte Schwefelsäure zu grofsen farblosen Tropfen zusammenfliessen lassen und so leicht sichtbar machen kann, enthält die Grundmasse, in welche die Amylodextrinkörner eingebettet sind, noch kleine Mengen durch Eosin tingierbare plasmatische Substanzen (es ist also Ölplasma) und etwas Dextrin (nur makrochemisch nachweisbar). In jungen Arillen sind bisweilen noch mehrere kleine Amylodextrinkörner in einen rundlichen Plasmakörper eingebettet, so dafs man hier und da den Eindruck empfängt, als würden auch diese Körner (wie oftmals die Stärke) von Stärkebildnern erzeugt.

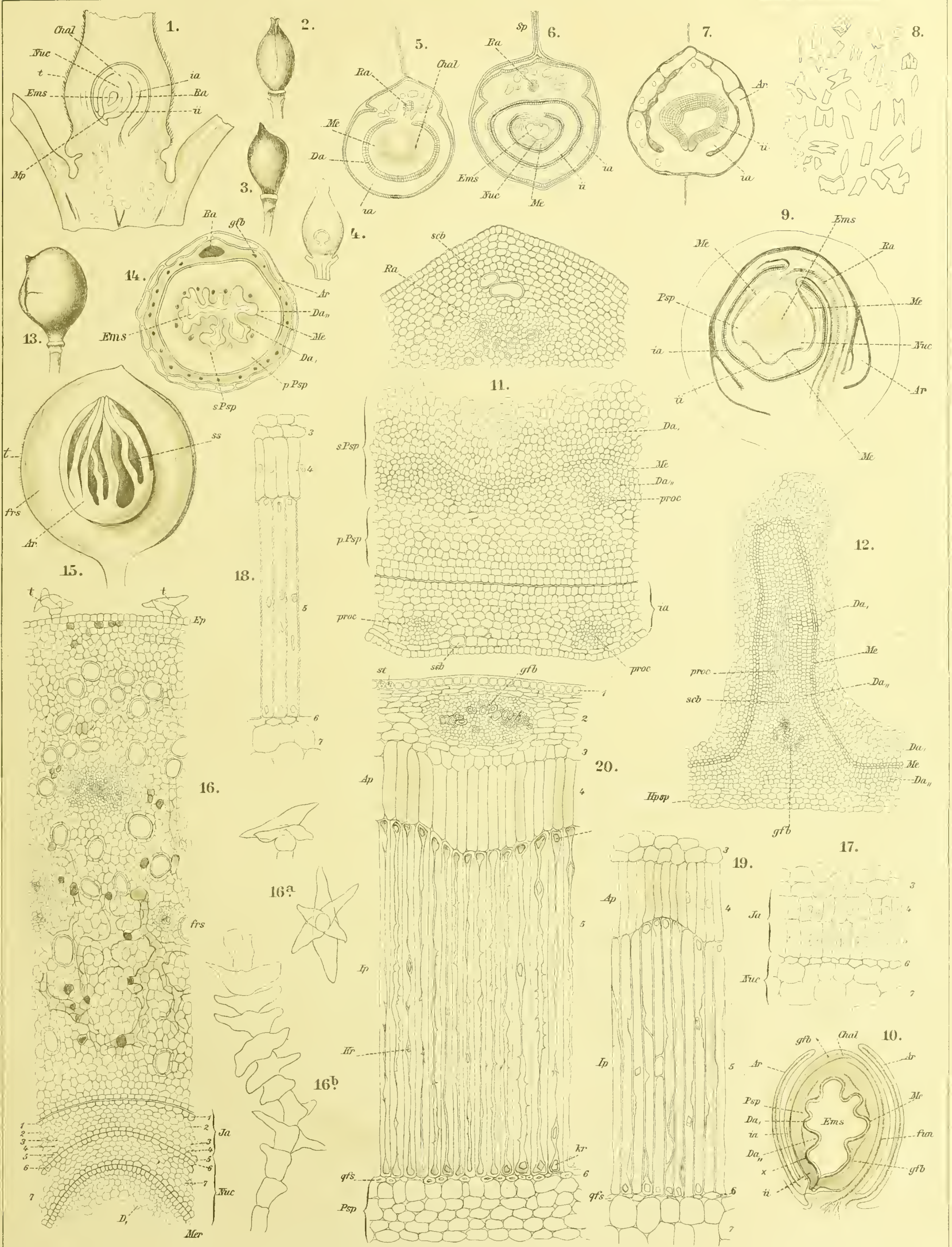
Die sehr frühzeitig im Arillargewebe angelegten Ölzellen messen bis 105 mik (meist circa 70) im Durchmesser und sind ziemlich regellos im Grundgewebe verteilt; sowohl in den äufseren wie in den inneren Schichten findet man sie und nur selten sind sie zu Gruppen von zwei oder drei vereinigt. Die Zahl der Sekretzellen variiert, ist aber nie so grofs wie bei der Bombay-Macis. Sie enthalten meist nur wenige Tröpfchen ätherisches Öl, aber in der Regel eine deutliche resinogene Schicht (*rsg*, Fig. 39 u. 40), der Wand anliegend und vielleicht zur Wand gehörend, die in Chloral quillt und alsdann ihre vacuolige Struktur hervortreten läfst. Bisweilen findet man aber auch in den Sekretzellen einen gelben Balsam. In der resinogenen Schicht erfolgt die Bildung des ätherischen Öles. Gegen das Lumen zu ist sie von einer zarten „inneren Haut“ (Taf. 32, Fig. 8) bedeckt. Die Wand der Ölzellen besitzt eine zarte verkorkte Lamelle, eine für alle Ölzellen charakteristische Eigentümlichkeit (Angew. Anatomie, S. 475). Die resinogene Schicht ist gelb gefärbt, bei der gelben Droge das einzig sichtbar gefärbte Element des Querschnittes. Dagegen enthalten sämtliche Parenchymzellen des frisch lebhaft roten Arillus, wie ich mich durch Beobachtung an Ort und Stelle überzeugte, einen roten Zellsaft, der beim Trocknen sich in gelb verfärbt und durch Infiltration in die Membranen des Gewebes und die Ölzellen gelangt. Bei einigen Myristicaarten (M. silvestris, M. iners) fand ich rote Chromatophoren in dem Arillargewebe bei Untersuchung frischen Materials, der gelbe Farbstoff war in Öl gelöst. Der in der geschlossenen unreifen Frucht eingeschlossene Arillus ist mattgelb. Er rötet sich erst, wenn die Frucht aufspringt. Hand in Hand mit dem Erröten geht das Auftreten der Amylodextrinstärkekörner. Bei einer fast reifen Frucht fand ich im Arillus nur Plasma.

Das Grundgewebe ist von zahlreichen Gefäfsbündeln (*gfb*, Fig. 39 u. 40) durchzogen.

Ammoniak färbt die resinogene Schicht, wo sie erhalten ist, und den Inhalt der Ölzellen rotbraun, Ammoncarbonat und Soda gelbbraun, Kali löst den Inhalt der Ölzellen mit gelber Farbe, die nicht von Filtrierpapier aufgenommen wird, die resinogene Schicht wird dabei rotbraun. Kalichromat färbt anfangs gar nicht, betupft man aber den Schnitt vorher mit einem Tropfen Alkohol, so färbt sich der Inhalt und die resinogene Schicht ein wenig dunkler. Kalipyrochromat, Schwefelsäure, Salzsäure, Chromalaun, Eisenchlorid, Barytnitrat und Bleiacetat geben keine Reaktion.

Die zur Verfälschung der echten Macis benutzte Bombay-Macis, der nicht aromatische Arillus von Myristica malabarica Lam., der, für gewöhnlich wenigstens, eine erheblich dunklere, rotbraune Farbe hat, besitzt im grofsen und ganzen den gleichen Bau wie die offizinelle Banda-Macis, doch zeigen sich einige bemerkenswerte anatomische Eigentümlichkeiten, die es erlauben, die Bombay-Macis auf den ersten Blick von echter zu unterscheiden. Zunächst weichen die Epidermiszellen von denen der echten Macis ab. Sie sind im Querschnitte der Regel nach entschieden radial-gestreckt*) und höher als breit und besitzen oft ein grofses Lumen. Selbstverständlich kommen hier und da auch niedrigere vor, aber die Regel bildet die Radialstreckung (Fig. 41, *Ep*). Tangentialstreckung ist höchst selten. Ein weiteres Merkmal ist die typische Einschichtigkeit der Epidermis, d. h. es finden sich nur selten hypodermatische Verstärkungen wie bei der Banda-Macis. Hier und da freilich ist auch einmal eine verdickte Zelle der Epidermis angelagert, aber dies ist selten und diese Zellen scheinen dann ebenso wie der bei *y*, Fig. 41, abgebildete Fall durch Tangential-Teilung der Epidermiszellen entstanden zu sein, welche Teilungen hier nicht gerade selten sind. Überhaupt hebt sich bei der Bombay-Macis die Epidermis viel kräftiger von dem darunter liegenden Gewebe ab, wie bei der Banda-Macis. Von der Fläche betrachtet (Fig. 42, *Ep*), erscheinen die Epidermiszellen auch bei der Bombay-Macis langgestreckt und stets mit spitzen, parenchymatischen Enden ineinander geschoben. Ein weiteres Unterscheidungsmerkmal liegt in den Sekretzellen. Dieselben sind bei der echten Macis, wie oben erwähnt, meist leer, bei der Bombay-Macis dagegen mit einer orangegelben bis gelbbraunen

*) Die auf Fig. 96, 254 und 555 der Angew. Anatomie dargestellte Macis ist Bombay-Macis, nicht Banda-Macis.



Lith. Anst. v. C. Kirst, Leipzig.

Sekretmasse erfüllt, die sich in Alkohol nicht löst. Die äufseren Sekretzellen sind tiefer gefärbt, die inneren oft nur gelb. Die inneren enthalten einen lichtgelben Balsam, die äufseren einen gelbroten Harzklumpen. Die Zahl der Sekretzellen ist bei der Bombay-Macis zudem erheblich gröfser und auch ihr Durchmesser übertrifft etwas den der Sekretzellen der Banda-Macis. Er steigt bis 100—120 mik. Sie sind oft radial-gestreckt, und liegen häufig zu mehreren beisammen, Gruppen bildend. Dazu kommt, dafs sie in ihrer Lage die Ober- und Unterseite bevorzugen und die Mitte frei lassen. Besonders in den oberen Teilen des Arillus tritt dies deutlich hervor, weniger an der Basis.

Das Grundgewebe der Bombay-Macis enthält neben Fett ebenfalls Amylodextrinstärkekörner. Dieselben treten hier viel deutlicher hervor als bei der Banda-Macis, sind auch bisweilen (nicht immer) etwas gröfser (3,5—10 mik) als die Körner jener. Die rundlichen Formen prävalieren (Fig. 46), während bei der Banda-Macis die Stäbchenform die typische ist (Fig. 45).

Ammoniak färbt den Inhalt der Sekretzellen orangerot bis rubinrot, die gelben Zellen grünlich, ebenso nur schwächer Ammonkarbonat und Soda, Kali löst den Inhalt vollständig mit orangeroter Farbe, Fliefspapier wird durch die Lösung wie bei der Kamala gefärbt. Diese Farbe geht durch Säuren in gelb über. Die alkalische Lösung giebt ein breites Absorptionsband im grün und blau, das den alkalischen Banda-Macislösungen fehlt. Konzentrierte Schwefelsäure färbt die Sekretzellen orangerot, das Grundgewebe gelb bis orange. Eisenchlorid färbt langsam den Inhalt der Sekretzellen am Rande rotbraun, ebenso färben sich auch die die Sekretzellen umgebenden Parenchymelemente mit Eisenoxydsalzen, aber besser als die Sekretzellen. Betupft man den Schnitt mit Alkohol und setzt dann Kalipyrochromatlösung zu, so wird die Farbe sofort braunrot bis braunschwarz. Barytnitrat färbt die Sekretzellen schwach blutrot.

Der Innenseite des Arillus der Bombay-Macis hängt oft eine graue papierdünne Haut an. Es ist dies die sich leicht ablösende parenchymatische äufserste Schicht der Samenschale (Fig. 43 u. 44), und zwar die Epidermis (*Ep*, Fig. 43 u. 44) und das darunter liegende, Phlobaphen führende Parenchym (*Par*).

Die Papua-Macis, die schmutzig grau- bis braunroten, wohlriechenden Arillen der Myristica argentea Warb., sind denen der Banda-Macis ähnlich gebaut. Die Epidermiszellen sind ziemlich unregelmäfsig, nie radial-gestreckt im Querschnitt. Sie nähern sich denen der Banda-Macis. Besonders charakteristisch für diese Macis ist die beiderseits reichliche hypodermatische Verstärkung der Epidermis (in den unteren Partien oft 3—4 Reihen Hypoderm) und die relativ erhebliche Dicke der Wände des Grundparenchyms. Die Gefäfsbündel sind klein, die Ölzellen spärlich, viel spärlicher als bei der Banda-Macis. Der Geruch ist denn auch ein viel schwächerer. Der Umrifs der Ölzellen ist ein sehr unregelmäfsiger. Die Amylodextrinstärkekörner sind meist knochenförmig, viereckig oder rundlich. Sie sind 5—13 mik lang. Mit Kali, Ammoniak und Schwefelsäure erhält man undeutliche Reaktionen, bezw. solche, die denen der Banda-Macis gleichen. Andere Macissorten kommen zur Zeit nicht in Betracht.

Das Pulver der Macis besteht fast nur aus den Amylodextrinstärkekörnern, deren Gestalt (Fig. 45) und Jodreaktion sehr charakteristisch ist; daneben finden sich Öltropfen. Fragmente der Parenchymzellwände, der Gefäfsbündel mit den (verholzten) Spiralgefäfsen und der verkorkten Ölzellen sind im Chloralpräparat, die der Epidermis im erwärmten Wasserpräparate zu finden. Hier und da findet man einmal einen Rest der stärkeführenden Samenschalepidermis, die beim Ablösen der Macis bisweilen von der Samenschale, der sie fest anliegt, mit abgerissen wird. Stärke fehlt sonst ganz.

Eine Beimengung von Papua-Macis zum Pulver ist mikroskopisch nicht zu ermitteln, eine Beimengung von Bombay-Macis dagegen leicht, da selbst die hellen Sorten dieser Macis stets einige orangerote Sekretzellen enthalten, deren Inhalte, da sie beim Pulvern in toto aus den Zellen herausfallen, als orangegelbe Klumpen im Präparate sichtbar werden. Zum Überflusse kann man dann noch die Reaktionen mit Kalichromat (mit oder ohne Erwärmen auf dem Objektträger) und mit Alkalien, z. B. Ammoniak, machen (siehe oben).

Tafel 56 u. 57.

Erklärung der Abbildungen.

Myristica fragrans Houtt.

(Tafel 56.)

Fig. 1. Längsschnitt durch einen Fruchtknoten und die Mediane des Ovulums.
„ 2. Ganz junge Frucht, 13 mm lang, 7 mm breit, von vorn.
„ 3. Dieselbe von der Seite.
„ 4. Dieselbe längsdurchschnitten.
„ 5—7. Sekundane Querdurchschnitte durch einen jungen Samen von 2 mm Durchmesser, dessen Arillus schon ein Stück weit entwickelt ist. Fig. 5 oben an der Chalaza. Fig. 6 unten, wo das zweite Integument sichtbar ist. Fig. 7 an der Spitze. Hier ist schon der Arillus sichtbar (*Ar*). Lupenbilder.
„ 8. Kristalle aus dem Primärperisperm (Samenhaut) des reifen Samens.
„ 9. Junger Samen von 2,5 mm Durchmesser im medianen Längsschnitt. Lupenbild. Der Arillus ist angelegt, die Einfaltungen noch nicht.
„ 10. Älterer Same von circa 3,5 mm Durchmesser. Längsschnitt. Lupenbild. Die Arilluslappen stofsen schon oben an der Chalaza fast zusammen, die Ruminationsfalten sind angelegt (mit Benutzung einer Meyerschen Figur).
„ 11. Aus dem Querschnitte durch einen Samen von 2 mm Durchmesser. Erste Anlage der Ruminationsfalte und Thätigkeit des Perispermalmeristems (*Me*). Primärperisperm (*p Psp*) und Sekundärperisperm (*s Psp*) bereits differenziert. Oben das Raphebündel. Das dazwischen liegende Gewebe ×—× ist fortgelassen.
„ 12. Ältere Ruminationsfalte aus einem Samen von 6 mm Durchmesser. Das innere und äufsere Dauergewebe (*Da*, und *Da„*) sind deutlich.
„ 13. Ältere Frucht, 22 mm lang, 17 mm breit von der Seite.
„ 14. Querschnitt durch einen Samen von 6 mm Durchmesser. Die Ruminationsfalten (Fig. 12) deutlich. Lupenbild.
„ 15. Reife Frucht, in der Mitte aufgesprengt.
„ 16. Querschnitt durch die Fruchtschale und die Randschicht einer (2 mm dicken) Samenanlage.
„ 16a. Haare vom Fruchtknoten.
„ 16b. Haare von der Fruchtschale.
„ 17—19. Entwickelungsgeschichte der Palissaden doi Samenschale und der angrenzenden Schichten. Auf einander folgende Stadien (mit Benutzung der Hallströmschen Figuren).
„ 20. Fertige Samenschale des reifen Samens, äufserer Teil. Die Zahlen 1—7 in Fig. 16—20 u. 26 bezeichnen die korrespondierenden Gewebe.

Myristica fragrans Houtt.

(Tafel 57.)

Fig. 21. Querschnitt durch einen Samenkern der Handelsware. Lupenbild. *Le*, Leitbahnen.
„ 22. Längsschnitt durch einen Samenkern der Handelsware. Bei ×, beginnt hier und in Fig. 24 der helle Wulst der Samenbasis mit einer Ringrinne. *Mp*, Mikropylarspalt. Chalaza und Mikropyle (Hilum) liegen seitlich. Lupenbild.
„ 23. Samenkern der Handelsware von hinten. *Chal*, vortiefte Chalaza. Bei × Eintrittsstelle des Raphebündels in den Samenkern. *Ra*, Rinne, die der Raphe der (abgelösten) Samenschale entspricht.
„ 24. Samenkern der Handelsware von vorn. Der helle Wulst der Samenbasis, der der Lage des inneren Integumentes entspricht, zeigt in der Mitte einen schwarzen Punkt: die Mikropylarspalte (*Mp*).

Fig. 25. Ruminationsplatte eines jungen unreifen Samens, bei dem das äufsere Sekundärperisperm durch den Embryosack nahezu aufgezehrt worden ist (*Da, obl*) und bereits Endospermbildung am Rande des Zapfens begonnen hat. Die Ölzellen (*seb*) sind schon zum Teil gebildet.
„ 26. Querschnitt durch die reife Samenschale und das angrenzende Perispermal- und Endospermalgewebe. Die Bezeichnungen korrespondieren mit Fig. 20 (mit Benutzung einer Bergschen Figur).
„ 27. Ruminationsplatte eines reifen Samens der Handelsware im Querschnitte. *y*, Körnchen von Kalkcarbonat. Die Entwickelungsgeschichte der Ruminationsplatte erhellt aus dem Vergleich der Figuren 11, 12, 25 u. 27.
„ 28. Medianer Längsschnitt durch die Chalaza eines 11 mm langen Samens. Eintrittsstelle des Raphebündels (*Ra*) in den Samenkern.
„ 29. Medianer Längsschnitt durch die Mikropylarpartie eines 20 mm dicken Samens. Der Embryo (*Em*) ist ausgebildet, der Austrittskanal (*Ka*) für den Keimling ist deutlich. Er durchsetzt sowohl das innere Integument (*Ji*) wie auch das äufsere. Der Arillus (*Ar*) hat die Hilumsöffnung noch nicht geschlossen.
„ 30. Medianer Längsschnitt durch die gleiche Partie am reifen Samen. Mittlere Partie des Austrittskanals bei den Innenpalissaden. Die innere Partie des inneren Integumentes und die äufsere Partie des äufseren sind fortgelassen.
„ 31. Keimling aus einem nicht ganz reifen Samen, herauspräpariert.
„ 32. Keimling aus dem reifen Samen der Handelsware herauspräpariert, die Saugfortsätze der Kotyledonen abgebrochen (×).
„ 33. Erstes Keimungsstadium: Der Keimling (*Em*) drängt sich heraus, die Kotyledonen entsenden ihre Saugfortsätze auf den Leitbahnen (*Le*) in das Endosperm.
„ 34. Zweites Keimungsstadium: Der Keimling hat sich herausgeschoben, Radicula und Plumula sind differenziert, die Basis der Kotyledonen ist verdickt und verschliefst die Austrittsöffnung des Keimlings. Sie bildet den Stiel (*Sgst*) der Saugorgane. Bei Fig. 33 u. 34 ist die harte Samenschale fortgelassen.
„ 35. Drittes Keimungsstadium: Die Saugfortsätze sind in den Leitbahnen wandernd fast bis an das andere Ende des Samens, zur Chalaza, vorgedrungen. Die Radicula ist zur Wurzel (*rad*), die Plumula zum beblätterten Stengel (*st*) geworden, die Saugorganstiele (*sgst*) verschliefsen die Austrittsöffnung hermetisch.
„ 36. Die Spitze eines der Saugfortsätze der Kotyledonen auf der Leitbahn (*Le*) vorwärts dringend und das umgebende Endosperm entleerend.
„ 37. Stärke aus dem Endosperm der reifen Muskatnufs.
„ 38. Aleuronkörner aus dem Endosperm der reifen Muskatnufs.
„ 39. Querschnitt durch den Arillus von Myristica fragrans, die Banda-Macis des Handels.
„ 40. Succedane Flächenschnitte durch die Macis. Bezeichnungen wie in Fig. 39.
„ 45. Amylodextrinstärkekörner der Banda-Macis.
„ 47. Ölzellen mit der resinogenen Schicht.

Myristica malabarica Lam.

Fig. 41. Querschnitt durch den Arillus von Myristica malabarica, die Bombay-Macis des Handels.
„ 42. Succedane Flächenschnitte durch die Bombay-Macis. Bezeichnungen wie in Fig. 41.
„ 43. Querschnitt durch die graue Haut, die der Bombay-Macis innen ansitzt, d. h. durch die äufserste Schicht der abgelösten Samenschale.
„ 44. Flächenschnitte durch diese Haut.
„ 46. Amylodextrinstärkekörner aus der Bombay-Macis.

Lith. Anst. v. C. Kirst, Leipzig.

Sem. lini.

Leinsamen, Flachssamen, graine de lin, semence de lin, flaxseed, linseed.

Die Samen des Lein, Linum usitatissimum L., der in zwei Hauptvarietäten: α) vulgare Schübl. et Mart. und β) crepitans Schübl. et Mart. kultiviert wird, sitzen zu je zehn in einer fast kugeligen Fruchtkapsel, die vom bleibenden Kelche unterstützt ist und zehnklappig aufspringt bei Varietät β), bei α) geschlossen bleibt. Die Zahl der Karpelle des Fruchtknotens beträgt fünf und so sollte man auch einen fünffächerigen Fruchtknoten erwarten. Das ist auch der Fall. Nur ist jedes Fach noch einmal durch eine in der Mittellinie der Karpelle entspringende falsche Scheidewand (*sw*, in Fig. 1) geteilt. Diese falsche Scheidewand reicht im mittleren Teile der Frucht jedoch nicht bis zur Mittelsäule (*ms*, Fig. 1) und nur im basalen Teile greift sie unten über (Fig. 2, *sw,*). So entstehen scheinbar zehn Fächer, von denen jedes ein Ovulum enthält. Die Ovula sind der Mittelsäule in deren oberem Teile inseriert, und zwar versorgt ein und dasselbe der fünf Bündel der Centralsäule oder Centralplacenta (*gfb*, Fig. 1) die benachbarten Ovula je zweier benachbarter echter Fächer (Fig. 1). Die Ovula sind anatrop-epitrop (Fig. 2, 8, 9) und zeigen eine eigentümliche, die Mikropyle (*Mp*) einseitig fast bedeckende Caruncula (crista), (×, Fig. 2, 8, 9), die eine Wucherung des äufseren, mit dem Funiculus verwachsenen Integumentes ist. Diese Caruncula ist auch am reifen Samen noch angedeutet (×, Fig. 3), allerdings nicht in der gewöhnlichen Form ausgebildet. Die Epidermis der Caruncula ist bei den Ovulis bisweilen papillös ausgestülpt. In einem jungen Ovulum ist der gestreckte Nucellus deutlich (*Nuc*, Fig. 8) und von zartwandigen Zellen erfüllt. Aber schon frühzeitig wird das Nucellusgewebe durch den heranwachsenden Embryosack vollständig resorbiert (Fig. 9). Das äufsere Integument besteht zum weitaus gröfsten Teile aus zwei Zellreihen (Fig. 9, links), an dem Chalazaende aus drei und mehr und an der Stelle wo es mit dem Funiculus verwachsen ist, aus zahlreichen (Fig. 9, rechts). Das innere Integument besteht zum gröfsten Teile aus vier Zellreihen (Fig. 9, *ii*), von denen die innerste schon frühzeitig eine deutliche Radialstreckung zeigt (Fig. 9, 6). Die Samenschale geht aus den beiden Integumenten in der Weise hervor, dafs die Schicht 1 und 2 der fertigen Samenschale (Fig. 14) aus dem äufseren, die Schichten 3—6 (Fig. 14) aus dem inneren Integumente entstehen.

Im äufseren Integumente gehen zunächst nur geringe Veränderungen vor sich (Fig. 10). Die Zellen vergröfsern sich etwas und bleiben im Querschnitte quadratisch. In einem etwas älteren Stadium (Fig. 11) tritt in ihnen, besonders in der zweiten Reihe, reichlich Stärke auf und die Aufsenwand der äufseren Zellreihe verdickt sich etwas. Dann füllt sich auch die äufsere Zellreihe mit Stärke (Fig. 12, 1) und endlich teilt sich die innere Reihe durch Tangentialwände in zwei (Fig. 13). Jetzt beginnt die Anlage der Schleimmembran in der äufseren Reihe (Fig. 16), und zwar werden zunächst Schleimschichten der Aufsenwand aufgelagert, dann auch den Seitenwänden (Fig. 18), gar nicht der Innenwand. Die Bildung dieser sekundären Wandverdickungen erfolgt ziemlich spät, erst mit dem Auftreten der Grünfärbung im ausgebildeten Embryo, schreitet dann aber rasch vorwärts. Im gleichen Mafse, wie die Verdickungsschichten angelegt werden, verschwindet die Stärke in dem immer kleiner werdenden Zelllumen (Fig. 16 u. 18). In diesem Stadium zeigen zahlreiche Stärkekörner Korrosionen. Sie werden zur Bildung der sekundären Membranverdickungsschichten aufgebraucht, die vom ersten Stadium ihrer Bildung an Cellulosereaktionen nicht geben, also echte Schleimmembranschichten sind. Bei den Zellen der fertigen Schleimepidermis ist das Lumen ganz klein, oft kaum wahrzunehmen (Fig. 14). Die Schleimmembran selbst ist ziemlich differenziert. Es lassen sich an ihr drei Schichten wahrnehmen: Unter der Kutikula liegt eine Stäbchenschicht (*a*, Fig. 14), dann folgt eine weiche Zone, die innen Körnelung zeigt (*b*, Fig. 14) und an diese schliefst sich die eigentliche breite Schleimmembran an (*c*, Fig. 14). Die Stäbchenschicht läfst sich besonders schön bei nicht ganz reifen Samen bezw. Alkoholmaterial diagnostizieren. Sie verrät sich hier schon durch die feinwellige Innenkontur der betreffenden Membranschicht (Fig. 17). Läfst man Quellungsmittel darauf wirken, so strecken sich die Stäbchen (Fig. 17a), ja die Streckung kann sogar bisweilen bis zur Hälfte der Zellhöhe vorschreiten (Fig. 19). Bei der Droge ist dies gewöhnlich nicht mehr zu sehen. Bei den trockenen Leinsamen verrät sich die Stäbchenschicht, abgesehen davon, dafs die Innenkontur dieser Zone auch hier wellig erscheint, durch eine Körnelung, die auf der Flächenansicht deutlich hervortritt (*a*, Fig. 27). Die zweite Schicht ist bei der Droge unmittelbar nicht zu sehen. Ihre Substanz scheint sich leicht in Wasser zu lösen, so dafs an ihrer Stelle ein Hohlraum auftritt. Am besten ist die Differenzierung der Schleimmembran zu sehen, wenn man Schnitte zunächst in Alkohol legt und dann ganz allmählich Wasser zufliefsen läfst und den Wasserzuflufs durch Fliefspapier genau

regelt. Betrachtet man den Quersehnitt durch die Samenschale in Alkohol, so sieht man in der Schleimmembran keinerlei Differenzierung. Der Schleim überzieht als eine helle, feste Masse die Aufsenseite der Samenschale. Tritt nun eine kleine Menge Wasser hinzu, so erscheint diese Schleimmasse zunächst in zwei scharf gesonderte Schichten getrennt, eine äufsere schmale, lichtbrechende derbe, schwerer quellbare Schicht, die so spröde ist, dafs sie häufig radiale Sprünge zeigt, und eine sehr durchsichtige, breite, hyaline, innere (Fig. 19 d). Die letztere quillt am meisten und geht rasch in eine helle Schleimmasse über, doch werden, wenn der Wasserzuflufs rasch unterbrochen wird, in ihr prachtvoll die Schichten sichtbar, die kappenförmig sich über das nach innen zu liegende Lumen legen (Fig. 14 u. 19 a, 19 b, 19 c). Die zarten primären Membranen erscheinen in diesem Stadium wellig verbogen (Fig. 19 d). Sie sind es noch viel mehr im ganz trockenen oder in Alkohol liegenden Samen. Sie strecken sich erst völlig gerade, wenn vermehrter Wasserzusatz die Schleimzellen ganz gestreckt hat und dieselben nun als stark radial gestreckte Zellen erscheinen. Die äufsere, derbe, subcuticulare Schleimmembranpartie zeigt in den ersten Stadien der Wassereinwirkung eine deutliche Schichtung (Fig. 19 a, 19 b, 19 c, 19 d), späterhin werden dann, wenn der Wasserzufluss genau geregelt wird, nachdem die Schichtung in c verschwunden ist, die oben erwähnten Stäbchen sichtbar (Fig. 17, 17 a u. 19), die sich zu strecken beginnen. Wird der Wasserzuflufs genau reguliert, so erscheint in einem bestimmten Stadium zwischen der derben äufseren Schicht und der inneren hellen, breiten, geschichteten Membranpartie eine aufsen geschichtete, innen gekörnelte Zone (*b*, Fig. 14), die sich von aufsen nach innen zu auflöst, so dafs in einem bestimmten Mittelstadium ein langer Mittelstreifen sichtbar wird, der wie ein Plasmaschlauch aussieht (Fig. 19 a, ×). Ist auch dieser gelöst, so liegt ein Hohlraum zwischen der inneren hellen und der äufseren derben Partie, der anfangs noch mit Körnchen erfüllt ist (*b* in Fig. 19 b), später eine helle Lösung enthält (*b* in Fig. 19 c). Tritt viel Wasser zu den Zellen, so sieht man schliefslich, wenn die Schichtung in c und die Stäbchen von a verschwunden sind, nur die Kuticula und die zarten primären Membranen, letztere sowohl als Aufsenwand unter der Kuticula, wie als Seitenwände. Die Zellen erscheinen dünnwandig und mit Schleim erfüllt. Der Membranschleim der Schleimepidermis gehört zu den echten Schleimen (Angew. Anatom. S. 194), d. h. er wird durch Jod-Schwefelsäure nicht blau, sondern gelb und löst sich nicht in Kupferoxydammon. Die primäre Membran der Epidermiszellen besteht dagegen aus Cellulose.

Von der Fläche betrachtet erscheinen die Zellen der Schleimepidermis polyedrisch isodiametrisch (Fig. 27, 1), die Stäbchenschicht macht sich durch eine grobe Körnelung bemerkbar.

Die zweite Schicht des äufseren Integumentes (Fig. 10, 2) teilt sich, wie erwähnt, schon frühzeitig in zwei Reihen (Fig. 13). An den Samenkanten, besonders bei der Raphe, wird das Gewebe dieser Schicht bis fünfschichtig. Die Zellen der Schicht 2 verdicken sich und lassen Interzellularen zwischen sich erkennen (Fig. 14, 2). Von der Fläche betrachtet, erscheinen die Zellen dieser Schicht beim reifen Samen rund (Fig. 27, 2). Die Interzellularen sind auch hier deutlich. In dieser Schicht verläuft auch das, zarte Spiralgefäfse führende Raphebündel. Vom inneren Integumente differenzieren sich besonders die beiden Epidermen (Fig. 9, 3 u. 6). Das zwischen ihnen liegende Gewebe, das beim Ovulum nur aus zwei Zellreihen besteht (Fig. 9, 4 u. 5), vermehrt sich zunächst durch reiehliche Teilungen und erscheint in den Anfangsstadien oft 14—16 Zellreihen dick (Fig. 10, 4 u. 5). Es bildet die „Nährschicht“ der Samenschale. Die Zellen enthalten reichlich transitorische Stärke, die aber bald für die Ausbildung der benachbarten Gewebe, besonders für die Verdickungsschichten, aufgebraucht wird. Aber auch die Zellen der Gewebe selbst werden nicht nur obliteriert, wie bei allen Nährschichten, sondern sogar zum Teil resorbiert (Fig. 11, 12, 13, 14), so dafs die Dicke der Schicht auf 12, 7 und schliefslich 5—6 Zellreihen herabsinkt, die beim reifen Samen (Fig. 14, 4 u. 5) eine hyaline Zone stark obliterierter und verschleimter Zellen bilden. Beim reifen Samen sieht man von dieser Schicht auf der Flächenansicht wenig. Meist macht sich die Schicht nur durch eine Schicht zarter, rechtwinklig zur Längsrichtung des Samens gestreckter „Querzellen“ bemerklich (Fig. 27, 4). Es ist dies die Zellreihe der Schicht 4, die unmittelbar unter den Sclereiden liegt. Gleichzeitig mit dem Schwinden der Stärke erfolgt die Ausbildung der Zellen der beiden Epidermen. Die äufsere Epidermis des inneren Integumentes bleibt zunäehst niedrig und vermehrt sich durch reichliche Radialteilungen (Fig. 10, 11 u. 12, 3), dann verdicken sich die Wände (Fig. 13, 3) und bei dem reifen Samen sind die Zellen als gestreckte Sclereiden entwickelt (Fig. 14 u. 15, 3 und Fig. 22). Auf dem Querschnitte erscheinen die Zellen dieser Schicht verschieden, je nach der Stelle, wo man den Schnitt führt. An den Kanten des Samens und in deren Nähe sind sie hoch (Fig. 14 u. 20), an den Flächen niedriger, bisweilen ganz niedrig (Fig. 21). Auch die Verdickung der Wand wechselt. Sie ist erheblich besonders bei den hohen Zellen an den Kanten oder in deren Nähe, geringer bei den meist niedrigen Zellen an den Flächen. Dies tritt auch auf dem Flächenschnitte deutlich hervor, wo neben dickwandigen Sclereiden (Fig. 27, 3) dünnwandige (Fig. 27, 3 a) liegen, oft ineinander übergehend. Wie der tangentiale Flächenschnitt (Fig. 27) und der radiale Längsschnitt (Fig. 15 u. 22) durch die Samenschale lehrt, sind die Sclereiden in der Längsrichtung der Samenschale gestreckt und grenzen mit geraden oder schwach geneigten Endwänden aneinander. Die gelbliche Wand zeigt reichliche Tüpfelung. Die Höhe der Zellen wechselt übrigens auch an ein und derselben Stelle der Samenschale, indem die innerste Zellreihe der Schicht 2, die früher entwickelt wird als die Schicht 3, sich in die letztere gewissermafsen einwölbt. Dort, wo die Seitenmembranen der Zellen der innersten Reihe der Schicht 2 liegen, sind die Sclereiden höher als in den mittleren Partien (Fig. 13 u. 14). Ferner zeigen die Sclereiden selbst nach aufsen buchtige Begrenzungslinien (Fig. 22 u. 15, 3). Durch die verschiedene

Ausbildung der Sclereiden und ihre buchtige Begrenzungslinie entstehen kleine Mulden und diese sind es, die die feine grubige Punktierung der Oberfläche des reifen Samens bedingen. Die Sclereiden sind bis 250 mik lang und circa 10 mik breit.

Die innere Epidermis des zweiten Integumentes zeigt frühzeitig eine deutliche Radialstreckung (Fig. 10, 6), die ziemlich lange erhalten bleibt (Fig. 11 u. 12, 6), später aber einer Tangentialstreckung Platz macht (Fig. 13, 6). Beim reifen Samen zeigen die Zellen dieser Schicht eine ziemlich beträchtliche Tangentialstreckung (Fig. 14, 6), dicke Wände und einen braunen Inhalt von Phlobaphencharakter. Diese Schicht bildet die Pigmentschicht. Auf dem Flächenschnitte erscheinen die Zellen der Pigmentschicht fast quadratisch mit getüpfelten Wänden (Fig. 27 b). Der braune, in Äther, Alkohol, Kali fast unlösliche Inhalt wird mit Eisenchlorid blauschwarz. Der Samenschale der hellgelben indischen Leinsamen fehlt die Pigmentschicht. Innerhalb der Sclereidenschicht folgt hier eine Zone obliterierten Gewebes.

Der Nucellus (Fig. 8, *Nuc*) wird frühzeitig durch den heranwachsenden Embryosack resorbiert. In letzterem beginnt die Endospermbildung vom Rande her zu der Zeit wo die innere Epidermis des zweiten Integumentes bereits Tangentialstreckung zeigt (Fig. 13, *End*). Im reifen Samen umgiebt das Endosperm den Keimling ringsum. Es ist aber von verschiedener Dicke. Im Hauptteile des Samens ist es an den Kanten sehr schmal, an den Flächen etwa 3—6 Zellen breit (*End*, in Fig. 7, 14 u. 15). Oben, dort wo die Kotyledonen in die Radicula übergehen (Fig. 5 a), ist seine Breite verschieden, am breitesten ist es im obersten Teile, dort, wo die Radicula liegt (Fig. 5 b), und an den Kanten des Samens. Dort erreicht seine Breite 15 Zellreihen und mehr.

Der Keimling besteht aus einer kurzen, kegelförmigen, circa 0,5 mm dicken Radicula (*Rad*, Fig. 4 u. 6), der kleinen zwischen den Kotyledonen liegenden Plumula und zwei breiten und flachen, im Querschnitte plankonvexen Kotyledonen (*Cot*, Fig. 4, 5, 6 u. 7). Die Palissadenseiten der Kotyledonen (*p*, Fig. 23) liegen innen, also gegeneinander gerichtet. Die Dicke der Kotyledonen beträgt 10—15 Zellreihen. Das dünnwandige, von 25—30 Prokambiumsträngen durchzogene Gewebe (Fig. 23) der Kotyledonen enthält reichlich Aleuronkörner, eingebettet in Ölplasma, keine Stärke. Die Aleuronkörner sind am besten in einem Präparate zu sehen, das in Alkohol liegt. Hier lassen sie deutlich ein kugelrundes Globoid und ein oder mehrere undeutlich eckige Kristalloide erkennen (Fig. 28 a). Läfst man dann wässerige Jodlösung zufliesen, so löst sich die Grundsubstanz, die Hüllhaut wird blasig aufgetrieben, das Kristalloid oder die Kristalloide färben sich gelb und das Globoid bleibt zunächst farblos. Beide treten alsdann deutlicher hervor (Fig. 28 c). Erst bei längerer Einwirkung des Jods färbt sich auch das Globoid schwach gelblich.

Jede Zelle der Kotyledonen enthält 2—5 grofse Aleuronkörner von 10—15—19 mik Längsdurchmesser. Sie werden begleitet von zahlreichen, ganz kleinen Aleuronkörnern, die meist nur 1—2 mik Länge zeigen und die rundlich oder stäbchenförmig sind (Fig. 28 b). Sie führen die gleichen Einschlüsse wie die grofsen. Die Kristalloide der grofsen Aleuronkörner besitzen meist nicht scharfe Kanten und Ecken, sondern abgerundete. Das gewöhnlich am schmäleren Ende des Aleuronkornes liegende Globoid ist rund. Seine Partialmembran ist bisweilen gefaltet, so dafs die Oberfläche fein punktiert erscheint. In der äufsersten Zellreihe der Kotylen finden sich kleinere Aleuronkörner von circa 2—5 mik Durchmesser, welche für gewöhnlich nur mehrere kleine Kristalloide, aber keine Globoide enthalten.

Die Bildung der Aleuronkörner beginnt erst, wenn die Kotyledonen völlig ausgebildet sind. Zuerst entstehen die Kristalloide und die Globoide, dann umgeben sich beide mit Grundsubstanz und Hüllhaut.

Die Aleuronkörner des Endosperms (Fig. 28 d) sind nicht ganz gleich ausgebildet wie die der Kotyledonen (Fig. 28 a). Sie enthalten viel weniger deutlich ausgebildete Kristalloide und kleine oder wohl auch gar keine Globoide. Ihre Umrisslinie ist häufig lappig (Fig. 28 d). Sie quellen in Wasser und Jodlösung leichter. Auch sonst weicht der Inhalt der Zellen des Endosperms von dem der Kotyledonen ab. Während beim Einlegen der Schnitte in Osmiumsäurelösung das Ölplasma der Kotyledonen sich gleichmäfsig bräunt und die Aleuronkörner als helle Körper in der braunen Grundmasse liegen, bräunt sich der Inhalt der Endospermzellen wenig oder gar nicht. Sie enthalten also kein Ölplasma oder nur sehr wenig davon. Auch bei der Keimung verhält sich der Inhalt der beiden Gewebe verschieden. Zunächst löst sich der Inhalt des Endosperms, das rasch zusammenfällt und viel später erst die Aleuronkörner der Kotyledonen.

Das fette Öl, als Ölplasma in der Zelle vorhanden, beträgt circa 30 Proc. der Samen.

Die Zellwände von Kotyledonen und Endosperm werden oft mit Jod direkt gebläut, bestehen also dann aus Amyloid.

Die Keimung erfolgt epigä in der Weise, dafs die Schleimhülle (*Sh*, Fig. 24) des Samens diesen am Boden festklebt (Fig. 24), um das Eindringen des Würzelchens in den Boden zu sichern. Dann streckt sich das hypocotyle Glied (*hp*) und hebt die Kotyledonen und die Plumula über die Bodenoberfläche. Nunmehr ergrünen die Kotyledonen, streifen die Samenschale ab (Fig. 25) und beginnen, nachdem sie sich ausgebreitet haben, als Assimilationsorgane zu fungieren (Fig. 26).

Der fertige Same (Fig. 3—6) ist etwa 4—6,5 mm lang und 2,5—3 mm breit, länglich eiförmig, plattgedrückt, etwa 1 mm dick. Sein Gewicht beträgt meist 0,004—0,0054 g, doch finden sich Differenzen; so wiegen die russischen Leinsamen oft bis 0,01, die türkischen 0,009. Die Farbe ist gelbbraun bis dunkelrotbraun bei der var. vulgare, heller bei var. crepitans, die indischen Leinsamen sind gelb oder lichtbräunlich. Die Oberfläche ist infolge der Schleimepidermis glänzend, glatt; mit der Lupe betrachtet sehr feingrubig infolge der von der Sclereidenschicht gebildeten kleinen flachen Mulden. An dem schmäleren Ende liegt unter dem rundlichen Köpfchen (×, Fig. 3), in dem sich die Radicula findet, seitlich an der einen Schmalseite das Hilum, als feiner Punkt sichtbar (*Hi*,

Fig. 3), dort tritt das Raphebündel ein. Die Raphe (*Ra*, Fig. 3) läuft dann an der schmalen Kante bis zu der äufserlich nicht sichtbar ausgebildeten Chalaza. In Wasser gelegt, umgiebt sich der Leinsamen mit einer hyalinen Schleimhülle, indem die Schleimepidermis rasch und stark quillt. Spaltet man den Samen der Länge nach auf, so sieht man die herzförmigen Kotyledonen (Fig. 4). Lage und relative Breite von Endosperm und Kotyledonen zeigt der Querschnitt.

Die Samenschale zeigt bei mikroskopischer Untersuchung sechs Schichten (siehe oben): Die Schleimepidermis, das subepidermale zweischichtige Parenchym, die Sclereidenschicht, die 5 — 6 schichtige Nährschicht und die Pigmentschicht (Fig. 14, 1 — 6).

Das Pulver.

Die sogenannte Placenta sem. lini, der Leinkuchen, ist das nicht ganz entölte Pulver der Leinsamen, die Pressrückstände der Leinölfabrikation. In ihm lassen sich schon mit blofsem Auge die gelben bis braunen Fragmente der Samenschale und die hellgelben des Samenkernes unterscheiden. Die braunen Samenschalfragmente bestehen vorwiegend aus der Pigmentschicht, die aus getüpfelten, quadratischen Zellen mit rotbraunem Inhalte besteht (Fig. 27, 6), die gelben zeigen als charakteristisches Element die Sclereidenschicht (Fig. 27, 3) und mit dieser verwachsen und die Sclereiden rechtwinklig schneidend, die zarten Querzellen (Fig. 27, 4). An den Samenschalfragmenten werden dann auch, besonders im Chloralpräparate, die Schicht 2 (Fig. 27, 2) und Teile der Schleimepidermis (Fig. 27, 1) sichtbar. Das Gesamtbild ist ein sehr charakteristisches und mit dem keiner anderen Samenschale zu verwechseln. Die hellen Fragmente bestehen vorwiegend aus dem dünnwandigen Gewebe der Kotyledonen. Zerdrückt man diese in einem Tropfen fetten Öles, so findet man zahlreiche Aleuronkörner der charakteristischen Form (Fig. 28a), die sich vortrefflich zur Diagnose eignen und deren Verhalten zu Reagentien man alsdann auch noch in einem Alkoholpräparate studieren kann.

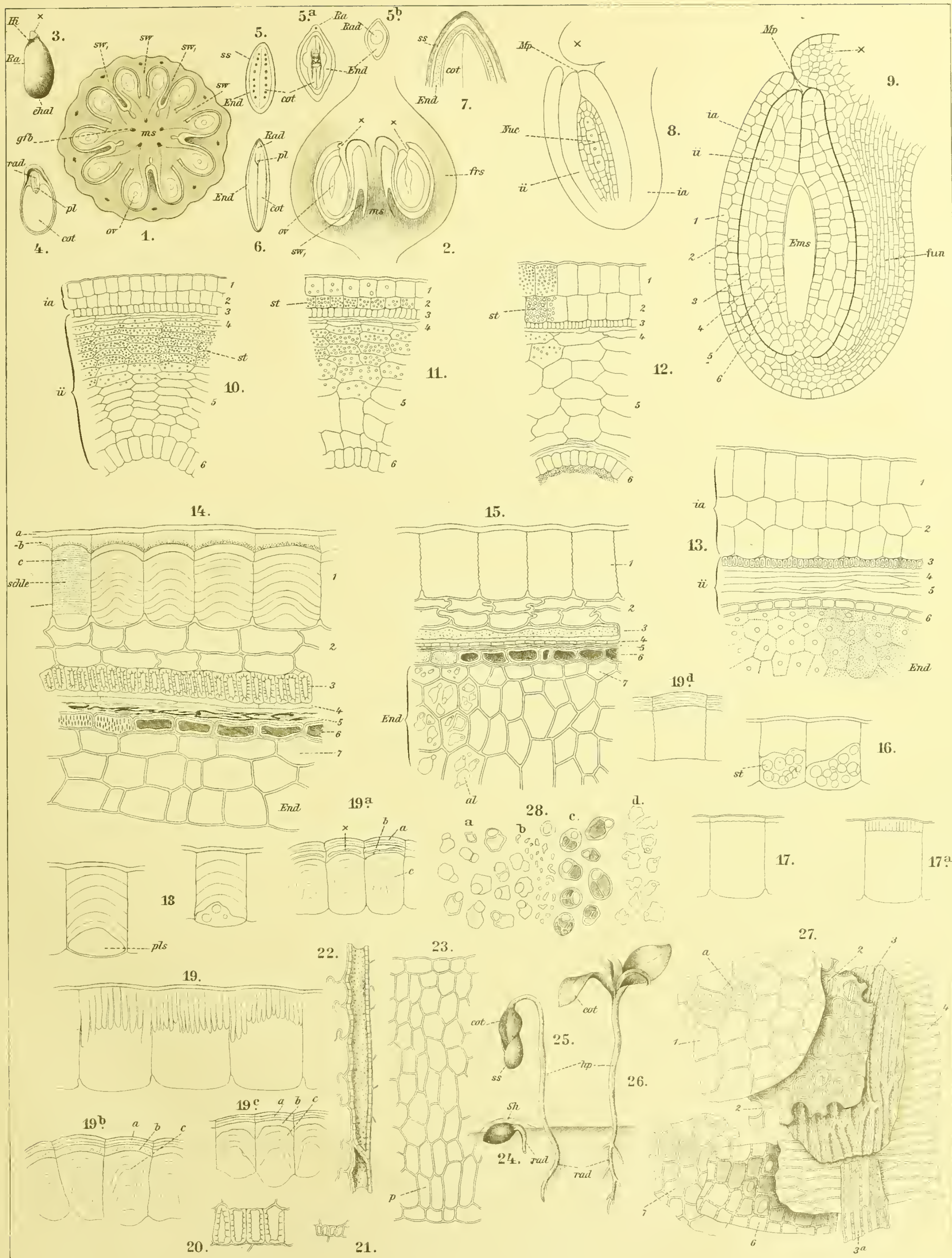
Eine Verfälschung mit Rapskuchen ist mikroskopisch leicht zu erkennen. Die Sclereidenschicht bildet ein vorzügliches Unterscheidungsmittel.

Tafel 58.

Erklärung der Abbildungen.

(Linum usitatissimum L.)

Fig. 1. Querschnitt durch einen reifen Fruchtknoten, *sw* die echten Scheidewände, *sw,* die falschen Scheidewände.
„ 2. Längsschnitt durch einen Fruchtknoten, × die Caruncula.
„ 3. Samen von der Seite.
„ 4. Same parallel den flachen Seiten längsdurchschnitten.
„ 5. Same in der Mitte querdurchschnitten.
„ 5a. Same an der Stelle querdurchschnitten, wo sich die Radicula an die Kotyledonen ansetzt.
„ 5b. Same ganz oben, dort wo die Radicula liegt, querdurchschnitten.
„ 6. Same parallel den schmalen Seiten längsdurchschnitten.
„ 7. Querschnitt durch die Mitte des Samens an einer Kante.
„ 8. Junges Ovulum mit dem Nucellus, × Caruncula.
„ 9. Älteres Ovulum, der Embryosack hat den Nucellus resorbiort, 1 — 2 die Schichten des äufseren, 3 — 6 die Schichten des inneren Integumentes. (Fig. 9 — 13 mit Benutzung Schlotterbeckscher Figuren.)
„ 10 — 14. Entwickelungsgeschichte der Samenschale. Succedane Stadien. Querschnitte in Wasser.
„ 14. Querschnitt durch die Samenschale und das Endosperm des reifen Samens, in verdünntem Alkohol.
Fig. 15. Radialer Längsschnitt durch Samenschale und Endosperm des reifen Samens. Die Zahlen 1—6 bezeichnen in den Fig. 10—15 die korrespondierenden Gewebe.
„ 16. Junge Schleimepidermiszelle der Samenschale, noch zum Teil mit Stärke erfüllt.
„ 18. Weitere Stadien der Entwickelung derselben (in Fig. 14 fertig).
„ 17, 17 a u. 19. Die Stäbchenschicht der Schleimmembran in den succedanen Quellungsstadien.
„ 19a, 19b, 19c, 19d. Einwirkung von Wasser auf die Schleimmembran (siehe den Text). a, b, c wie in Fig. 14.
„ 20. Sclereiden der Samenschale an den Kanten des Samens im Querschnitte.
„ 21. Sclereiden der Samenschale an den Flächen des Samens. Gleiche Vergröfserung wie Fig. 20.
„ 22. Sclereide der Schicht 3 der Samenschale in radialem Längsschnitte.
„ 23. Querschnitt durch das Gewebe der Kotyledonen.
„ 24—26. Succedane Keimungsstadien.
„ 27. Succedane Flächenschnitte durch die Samenschale. Die Zahlen 1—7 bezeichnen die gleichen Gewebe wie in Fig. 14.
„ 28. Aleuronkörner.



Lith. Anst. v. C. Kirst, Leipzig

Rhiz. valerianae.

Baldrianwurzel, Rhizome de valériane officinale, Valerian.

Vom Baldrian, Valeriana officinalis L., ist das Rhizom samt den Wurzeln in Anwendung. Das Rhizom zerfällt in eine dünne, ausläuferartige Wandersprofsregion (Fig. 1, *ws*) und in eine diese oben abschliefsende, knollige Speichersprofsregion (Fig. 1, *sps*). Die erstere vermittelt die Verbreitung des Rhizoms im Boden. Im typischen Falle (Fig. 1) figuriert ein Speichersprofs, dessen zugehörige basale Wandersprofsregion abgestorben ist (bei ×, Fig. 1) als Centralknollen oder Centralwurzelstock (*Ck*, Fig. 1, I). Derselbe entsendet nach verschiedenen Seiten Ausläufer (*ws*, Fig. 1) und diese Wandersprofse verdicken sich alsdann an ihrer Spitze knollenartig (*sps*, Fig. 1, II), auf diese Weise Nebenknollen oder Nebenwurzelstöcke bildend, die alsdann ihrerseits wieder Ausläufer entsenden (*z*, Fig. 1, II). Daher kommt es, dafs in der Droge sowohl langgestreckte Centralknollen (Fig. 5) sich finden, die an der Basis die Narbe des Wandersprosses (×, Fig. 5) und an der Spitze den abgestorbenen Stengelrest (*sti*, Fig. 5), sowie seitlich die Wurzeln (*wu*, Fig. 5) und bisweilen Ansätze der Wandersprofse (*ws*, Fig. 5) tragen, wie auch kurze gedrungene Nebenknollen (Fig. 4), die die basalen Wandersprofsansätze bei × noch besitzen (*ws*, Fig. 4) und die an der Spitze meist einen grofsen, oft mehrere Internodien umfassenden grofsen Stengelrest (*Sti*, Fig. 4) zeigen. Das Innere sowohl der Centralknollen- wie der Nebenknollen zeigt, wenn man sie der Länge nach durchschneidet, deutliche Kammerung (Fig. 4 u. 5), die Kammern entsprechen den Internodien.

An den Speichersprofsregionen, den Centralknollen, wie auch den Nebenknollen sind die Internodien sehr kurz und gestaucht und die an den Knoten sitzenden, sehr kurzen, manschettenartigen Niederblätter liegen daher dicht übereinander (Fig. 1, I). Die Wandersprofsregionen dagegen zeigen ganz den Charakter von Ausläufern. Sie sind in ihrem Verlaufe gleich dick und haben gestreckte, wenn auch nicht gerade sehr lange Internodien und deutliche Niederblätter an den Knoten.

Selbstverständlich kann jeder Nebenknollen zum Hauptknollen werden und wird es wohl auch regelmäfsig im folgenden Jahre.

Die Speichersprofsregionen zeigen folgenden Bau. Die Centralknollen, Centralwurzelstöcke (Fig. 1, I, Fig. 5) besitzen im Innern ein grofses Mark, welches aus dünnwandigen, tonnenförmigen, im Querschnitte runden, reichlich Stärke von meist 2—8 mik Durchmesser führenden Parenchymzellen besteht und das gegen die Mitte hin da und dort Nester von Sclereiden enthält (Fig. 18), die durch Sclerose von Parenchymzellen entstehen. Diese Sclereiden sind oft so stark verdickt, dafs nur ein ganz kleines Lumen übrig bleibt. Das Mark ist meist stark lückig, indem ganze Partien von Zellen geschwunden sind oder durch Lösen in den Mittellamellen Parenchymstreifen isoliert werden. Die übrig bleibenden Partien sind oft durch Parenchymbrücken verbunden. Solche Parenchymbrücken sind es auch, die die Kammerung (Fig. 4 u. 5) bewirken. Sie führen meist die Sclereidennester. Die Querbrücken entsprechen den Knoten, die Kammern den Internodien. Der das Mark umgebende Gefäfsbündelcylinder besteht entweder — bei kleineren und jüngeren Centralknollen (Fig. 1) — aus einem lockeren Kreise von Gefäfsbündeln (Fig. 3, *gfb*), die sowohl in die Wurzeln, wie die Ausläufer Fortsätze entsenden oder es finden sich, besonders bei grofsen und dicken Centralknollen, an Stelle des einen Kreises zwei Bündelkreise (Fig. 2, *gfb*). Die Bündel verlaufen sehr unregelmäfsig und geschlängelt, so dafs man auf Längsschnitten selten ein Bündel auf weite Strecken verfolgen kann. Es rührt dies daher, dafs die Internodien gestaucht sind und allenthalben, oft dicht über- und nebeneinander Wurzeln und Ausläufer am Centralknollen entspringen, deren Bündelsystem sich an das Bündelsystem des Centralknollen ansetzt. Auch auf Querschnitten sieht man daher oft Längsstreifen von Bündeln, die in die Wurzeln austreten (Fig. 2). Bei den Nebenknollen ist das Gefäfsbündelsystem regelmäfsiger gebaut und bei den grofsen Nebenknollen (Fig. 4), da hier der kurze, knollige, terminale Teil des Rhizoms — die Speicherregion — wesentlich zur Befestigung des oft sehr grofsen und derben Stengels der Pflanze im Boden dient, zudem viel reicher an mechanischen Elementen, fest und hart.

Die Gefäfsbündel sind bei jüngeren Centralknollen (Fig. 1, I) ziemlich regelmäfsig angeordnet (Fig. 3) und ziemlich regelmäfsig gebaut. Der grofse Gefäfsteil (*gth*, Fig. 17) besteht aus oft zu Radialreihen vereinigten Gefäfsen und ebenfalls radiale Anordnung zeigendem Holzparenchym (*hp*, Fig. 17). Die getüpfelten oder spiralig verdickten, bisweilen gelbe Ausfüllungen besitzenden Gefäfse zeigen oft geschlängelten Verlauf und auch die Holzparenchymzellen sind in der Längs-

ansicht oft gekrümmt. Bei älteren Centralknollen (Fig. 5) ist der Verlauf der Bündel unregelmäfsiger und der Bündelkreis oft verdoppelt (Fig. 2). Bei den jungen Nebenknollen (Fig. 1, II) stimmt Bau und Anordnung der Gefäfsbündel ziemlich mit dem der Centralknollen überein, bei älteren Nebenknollen (Fig. 4) jedoch, die einen grofsen Sprofs zu tragen haben, ist das die Gefäfse begleitende zarte Holzparenchym oft in derbwandiges Holzparenchym und derbwandige Libriformfasern umgewandelt und bildet so einen breiten, fast kontinuierlich umlaufenden Holzcylinder mit nur wenigen Markstrahlen (*gth*, Fig. 4), der direkt in den Holzcylinder der Stengel übergeht. Die Holzparenchymzellen sowohl wie das Libriform sind hier sehr eigenartig gestaltet. Die Zellen sind verbogen und gekrümmt, in- und durcheinander geschlungen, oft ein wirres Durcheinander bildend, das besonders auf Längsschnitten in seiner ganzen Mannigfaltigkeit hervortritt, aber auch auf Querschnitten sich durch den unregelmäfsigen Anblick der Schnittfläche verrät.

Aufserhalb des Kambiums (*c*, Fig. 17) liegt bei den Bündeln der Speichersprofsregion (Central- und Nebenknollen) ein schmaler Siebteil (*sb*, Fig. 17) und aufserhalb desselben oft — nicht immer — ein Kollenchymbeleg (*col*, Fig. 17), dann folgt die verkorkte, da und dort von unverkorkten Zellen unterbrochene Endodermis (Pericycle, Kernscheide, *End*, Fig. 17). Dieselbe ist meist einschichtig, doch wird sie bisweilen, besonders bei älteren Rhizomen, durch aufsen angelagerte tüpfelreiche, tangentialgestreckte Sclereiden verstärkt.

Die parenchymatische, oft lückige Rinde führt Stärke. Nach aufsen wird sie durch eine schmale Korkschicht abgeschlossen, deren Phellogen offenbar in der dritten Zellschicht gebildet wird.

Die Wandersprofsregion, die die knollig verdickten Speichersprosse mit einander verbindet (*ws*, Fig. 1), ist wie ein Ausläufer gebaut (Fig. 6). Im Innern liegt ein grofses, parenchymatisches Mark, welches rings von einem schmalen Kranze von Gefäfsbündeln umgeben ist und an den Knoten Querbrücken von Sclereiden zeigt, ähnlich wie dies ja auch bei den Speichersprossen beschrieben wurde (s. oben). Dieselben führen zu innerst wenige oder gar keine zarten Ringgefäfse, dann folgen zarte Spiralgefäfse mit ausgezogenen Spiralen, dann solche mit engen Spiralen und schliefslich Tüpfelgefäfse. In den interfascikularen Partien finden sich Libriformbrücken, die die einzelnen Bündel untereinander verbinden, aber für gewöhnlich an der Aufsenseite keinen Siebteil führen, ähnlich wie beim Stengel von Conium (Taf. 36, Fig. 11). Aufserhalb des Bündelkreises liegt die Endodermis, dem folgt die Rinde und zu äufserst liegen zwei Reihen von verkorkten Zellen, von denen die innere Öl führt.

Die Stengelreste, welche den derben Nebenknollen oben ansitzen (Fig. 4, *Sti*), sind oft ziemlich lang. Ihr Mark ist geschwunden, der derbe und breite Gefäfsteilcylinder ist von einem nur sehr schmalen Siebteil umgeben. Der grofsen Endodermis (dem Pericycle) liegt aufsen ein meist kontinuierlicher Beleg von Sclereiden an, der sich über den Markstrahlen oft zapfenartig nach innen in diese hinein senkt. Eine Erscheinung, die man auch bisweilen bei den Rhizomen findet.

Die sehr zahlreichen, circa 20 cm langen und im Durchschnitte 2—3 mm dicken Wurzeln entspringen nur an der Speicherprofsregion (den Central- und Nebenknollen), nicht an der Wandersprofsregion. An ihnen ist der Übergang radialer Bündel in collaterale schon zu verfolgen, da die grüne Rinde hier nicht, wie dies sonst die Regel ist, abgeworfen wird.

Die jüngsten Wurzeln zeigen meist einen triarchen Bau (Fig. 10), (tetrarche (Fig. 7), pentarche, heptarche und octarche Bündel sind seltener), doch kommen auch diarche (Fig. 9) vor. Der Gefäfsteil der radialen Bündel liegt central, die Strahlen stofsen im Centrum der Wurzel aneinander, so dafs bei den jüngsten Wurzeln ein Mark nicht sichtbar ist (Fig. 10). Mit den primären Gefäfsstrahlen (*pgth*, Fig. 10) alternieren die primären Siebbündel (*psb*, Fig. 10). Späterhin freilich pflegen die Gefäfse in der Mitte auseinander zu weichen. Es schiebt sich Parenchym ein und die fertige ältere Wurzel enthält ausnahmslos Mark (*m*, Fig. 12). Bei den jüngsten Wurzeln umgiebt den polyarchen Gefäfsbündelcylinder zunächst das einschichtige Perikambium (*pc*, Fig. 10) und dann die ebenfalls einschichtige Endodermis (*end*, Fig. 10), deren Wände verkorkt sind. Nach aufsen folgt dann die sehr stärkereiche primäre Rinde und zu äufserst liegt eine reichlich Wurzelhaare (*wh*, Fig. 10) führende Epidermis und unter dieser ein einreihiges, aus verkorkten, ätherisches Öl führenden Zellen bestehendes Hypoderm (*Hyp*, Fig. 10). Bei älteren Wurzeln geht der primär radiale Bau der Bündel in den collateralen Bau über, indem in dem „Verbindungsgewebe", dem tissu conjonctif (Angew. Anatomie, S. 368), zwischen Gefäfs- und Siebteil ein sekundäres Meristem, ein Kambiumstreif sich bildet (vergl. Fig. 429 der Angew. Anatomie), der sich bei Valeriana ausnahmsweise nicht über die Gefäfsstrahlen hin fortsetzt. So entsteht ein im Querschnitt in Wellenlinie ringsum laufender, nur an den primären Gefäfsstrahlen durch ein oder zwei Markstrahlzellen unterbrochener Verdickungsring. Dies Stadium ist oft noch bei ziemlich dicken Wurzeln zu sehen. Durch die Thätigkeit des Kambiums wird nunmehr sekundäres Holz (Fig. 12, *sgth*) und sekundärer Siebteil (Fig. 12, *ssb*) erzeugt. Beide liegen hier zwischen je zwei primären Gefäfsstrahlen. Durch die eben erwähnte Erscheinung, dafs Kambium über den primären Gefäfsstrahlen nicht erzeugt wird, wird es bedingt, dafs die letzteren nicht, wie dies sonst der Fall ist, nach innen geschoben werden und schliefslich die Markkrone bilden, sondern an der Peripherie liegen bleiben und durch einige Zellen, die man als primäre Markstrahlen (*pmk*, Fig. 12) betrachten kann, mit Perikambium und Endodermis verbunden bleiben. Die Bildung sekundären Gefäfs- und Siebteils pflegt nicht sehr ausgiebig zu sein.

So verhält es sich mit dem Bau und der Entwickelung zahlreicher Wurzeln. Fig. 12 veranschaulicht diesen typischen Fall, der sich oft noch dicht am Wurzelhals bei 3 mm dicken Wurzeln findet und bei dem die ursprüngliche Pentarchie

noch deutlich wahrzunehmen ist. Nun zeigen aber andere Wurzeln bez. der obere Teil der typisch gebauten ein wesentlich anderes Bild: nämlich einen radial-strahlig gebauten grofsen Holzkörper mit zahlreichen Libriformfasern. Hier hat sich der Holzkörper in der gewöhnlich bei Wurzeln zu beobachtenden Weise weiter entwickelt, d. h. es sind die primären Gefäfsstrahlen durch reichlich sich entwickelnden Holzteil nach innen geschoben und in ihrer Lage nur noch an den nunmehr breiten (meist 5) primären Markstrahlen zu erkennen. Der breite Holzkörper ist von einem schmalen, ringsum laufenden Siebteile umgeben, das Kambium bildet nahezu eine Kreislinie. Dieser Fall, der sich namentlich bei den derben Wurzeln, die die Nebenknollen im Boden befestigen, findet und hier sich bis weit hinunter gegen die Wurzelspitze hin verfolgen läfst — ich fand ihn noch in Wurzeln von nur 1 mm Durchmesser — scheint von mechanischen Ursachen bedingt zu sein. Es ist klar, dafs so gebaute Wurzeln sehr viel fester sind als die anderen, also besser geeignet die grofsen Stengel im Boden zu befestigen.

Aber auch noch weitere Variationen sind bei Valeriana zu beobachten. So kommt es z. B. bisweilen vor, dafs zwischen den primären Holzstrahlen überhaupt sekundäres Holz nicht gebildet wird oder dafs andererseits der derbe und breite Holzkörper vorwiegend aus Gefäfsen und Holzparenchym besteht und keine Libriformfasern enthält u. a. m. Wodurch diese Variationen im einzelnen bedingt sind, ist noch nicht ermittelt.

Perikambium und Endodermis (*pc* und *end*, Fig. 12) besitzen bei allen Wurzeln die typische Ausbildung. Die verkorkte Endodermis ist besonders an den Stellen wo die primären Gefäfsstrahlen liegen, von unverkorkten Zellen unterbrochen (×, Fig. 12). Es sind dies Durchbrechungen für den Saftverkehr (Angew. Anatomie, S. 376). Die primäre Rinde (*pR*, Fig. 12) wird bei Valeriana nicht abgeworfen, sondern folgt dem Dickenwachstum, ist bisweilen lückig und der Regel nach mit Stärke vollgepfropft. Bei Alkoholmaterial finden sich in den Zellen zudem kleine Sphaerokristalle. Die Zellen sind meist dickwandig (Fig. 12).

Die Stärkekörner (Fig. 16) sind rundlich, einfach oder zu mehreren (2—6) zusammengesetzt, und erreichen eine Gröfse von 15, ja 20 mik.

Die primäre Epidermis ist auch bei älteren Wurzeln erhalten (Fig. 11, *Ep*), wie man durch das Vorhandensein von Wurzelhaaren (*wh*) leicht feststellen kann. Doch erfährt die Aufsenwand eine oft ziemlich starke Verdickung und Ausstülpung und die Zellen verkorken. Von der Fläche betrachtet sind die Zellen gestreckt (*Ep*, Fig. 13). Die Wurzelhaare (*wh*, Fig. 13) sitzen oft der Mitte der Zelle auf.

Das einreihige Hypoderm (*Hyp*, Fig. 11) besitzt verkorkte Wände und enthält das ätherische Öl. Das letztere findet sich hier also in einer mantelartig die ganze Wurzel umgebenden Zellschicht. In der Mehrzahl der Zellen findet man nur noch einen Tropfen ätherischen Öls (Fig. 11), einige Zellen jedoch zeigen noch eigenartige Wandverdickungen. Einzelne Zellen sehen aus wie reguläre Schleimzellen mit Schleimmembran (Fig. 19b), bei anderen ist nur noch an der Aufsenwand eine gelb-bräunliche Verdickungsschicht und an der Innenwand eine helle lokale Verdickung sichtbar (Fig. 11, *y*), bei noch anderen zeigt diese letztere ein körniges (Fig. 19c) oder vacuoliges (Fig. 11, ×) Aussehen oder besitzt eigenartige Ansätze (Fig. 19a). Oftmals ist die Begrenzungslinie der Verdickungsschicht unregelmäfsig zackig (Fig. 19c). Die Bilder erinnern vielfach an ähnliche Erscheinungen bei den Ölschleimzellen der Zimmtrinde (s. d.). Die Verdickungsschichten scheinen zu der resinogenen Schicht in Beziehung zu stehen bez. Reste oder auf einer Vorstufe der Umbildung stehen gebliebene Teile derselben zu sein. Die Hypodermzellen sind von der Fläche gesehen polyedrisch (Fig. 13, *Hyp*) und 40 bis 50 mik weit.

Läfst man Schnitte durch Wurzel oder Rhizom in Glycerin liegen, so schiefsen oft zahlreiche kleine spiefsige Kristalle überall in Rinde und Mark an. Erwärmt man den im Wasser liegenden Schnitt und läfst erkalten, so kann man gröfsere, büschelförmig zusammengelagerte Kristalle erhalten, die wohl aus einem Valerianate bestehen.

Das Pulver.

Das Pulver enthält sowohl die Elemente der Wurzeln wie die der Rhizome. Die letzteren sind besonders an den Sclereiden zu erkennen (Fig. 18). Parenchymatische Zellen, sowohl dünnwandige wie dickwandige, letztere besonders aus der Wurzelrinde (*pR*, Fig. 12) stammend, prävalieren. Oft sind dieselben dicht mit Stärke vollgepfropft, beim Behandeln mit Chloral bleibt in ihnen ein zartes Maschennetz von Plasma übrig. Neben diesen Zellen liegen dann geöffnete Zellen und zahlreiche Stärkekörner von 3—15 mik Durchmesser, selten solche von 18 oder gar 20—30 mik Länge (Fig. 16). Ferner fallen die Fragmente der Gefäfsbündel, besonders die Gefäfse, sowohl die sehr zarten primären Spiralgefäfse, wie die breiten getüpfelten sekundären (Fig. 15) auf, die oft von verdicktem Holzparenchym und Libriform begleitet werden. Seltener schon, aber sehr charakteristisch, sind die Fragmente der die Wurzelhaare tragenden Wurzelepidermis (Fig. 13, *Ep*) und das Hypoderm mit den wellig gebogenen Wänden, sowie Stücke der Endodermis (Fig. 14, *end*). Letztere Elemente treten besonders schön bei Behandlung mit concentrierter Schwefelsäure hervor.

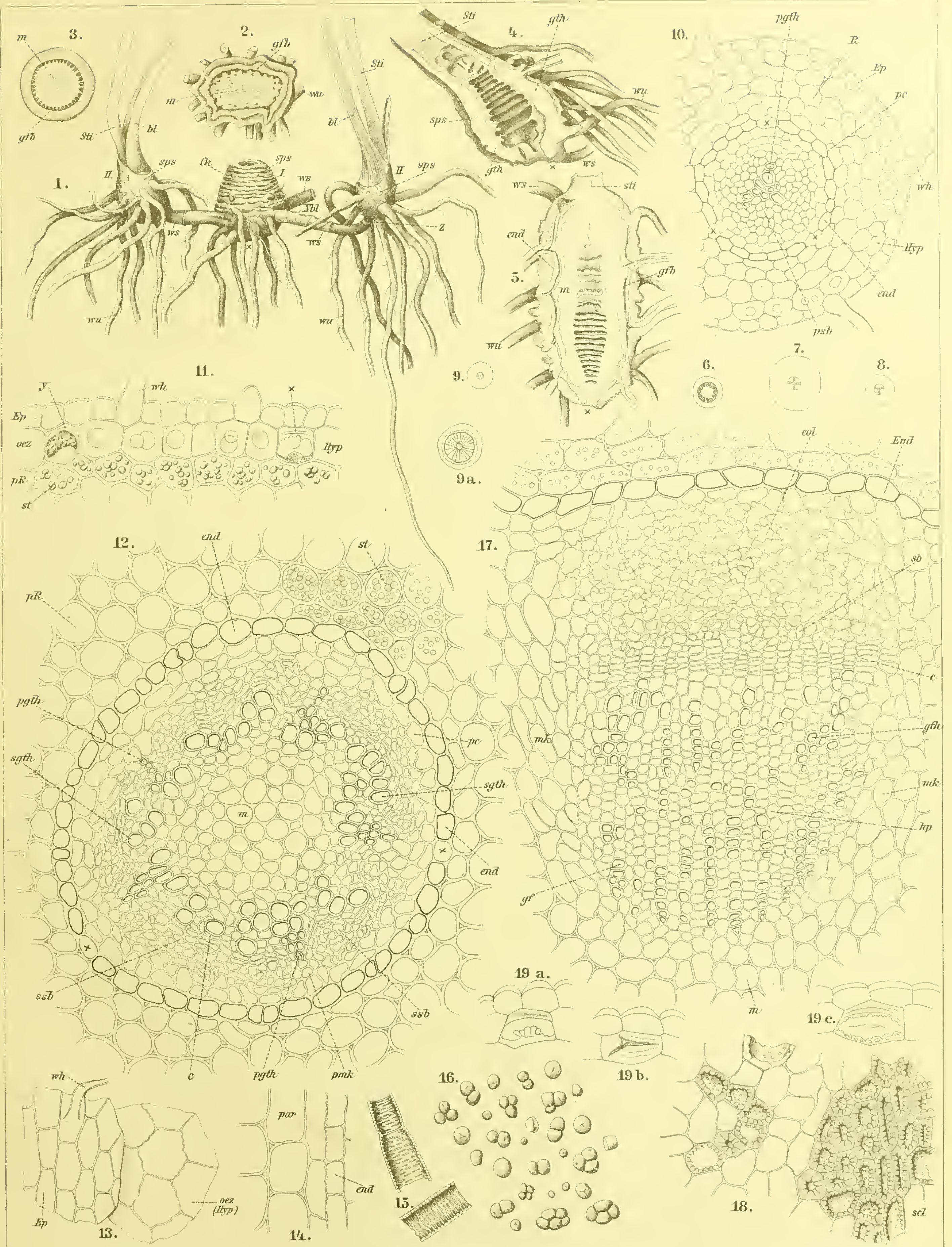
Tafel 59.

Erklärung der Abbildungen.

(Valeriana officinalis L.)

Fig. 1. Ein Centralwurzelstock (I) und zwei von ihm gebildete Nebenwurzelstöcke (II). *sps* Speichersprofsregion, *ws* Wandersprofsregion.
" 2. Querschnitt durch einen alten Centralwurzelstock (Fig. 5).
" 3. Querschnitt durch einen jungen Centralwurzelstock (I in Fig. 1).
" 4. Längsschnitt durch einen kräftigen, älteren Nebenwurzelstock.
" 5. Längsschnitt durch einen älteren Centralwurzelstock.
" 6. Querschnitt durch die ausläuferartige Wandersprofsregion (*ws*, Fig. 1).
" 7. Querschnitt durch eine tetrarche Wurzel.
" 8. " " " triarche "
" 9. " " " diarche "
" 9a. Querschnitt durch eine Wurzel mit breitem Holzcylinder.

Fig. 10. Querschnitt durch eine zarte junge Wurzel, die den primären Bau noch unverändert zeigt. Das Bündel ist triarch.
" 11. Querschnitt durch die Randschicht einer 2,5 mm dicken Wurzel mit der Öl führenden Hypodermis (*Hyp*).
" 12. Querschnitt durch das Centrum der gleichen Wurzel.
" 13. Flächenschnitte durch (*Ep*) die Epidermis und (*Hyp*) die Öl führende Hypodermis der Wurzel.
" 14. Flächenschnitte durch die Rindenparenchymzellen (*par*) und die Endodermis (*end*) der Wurzel.
" 15. Gefäfsfragmente der Wurzel.
" 16. Stärkekörner der Wurzel.
" 17. Querschnitt durch ein Bündel des Rhizoms.
" 18. Sclereiden aus den Marklamellen des Rhizoms.
" 19a, 19b, 19c. Eigenartige Zellen aus dem Hypoderm der Wurzel.



Lith. Anst. v. C. Kirst, Leipzig

Folia Coca.

Cocablätter, Feuilles de Coca, Coca leaves, Peruvian tobacco, Cuca (Peru), Ipadú (Brasilien).

Die alternierenden Blätter des Cocastrauches Erythroxylon Coca Lam. sind kurz gestielt, oval, eirund oder verkehrt-eilänglich, 2,5—8 cm (meist circa 5 cm) lang, ganzrandig, kahl, an der Spitze in ein zartes, nur selten fehlendes Spitzchen (Fig. 1, *Spi*) auslaufend, dünn, trocken zerbrechlich, oberseits dunkler als unterseits. An der Basis des Blattstiels sitzen zwei kleine spitzchenartige derbe Nebenblätter. Am Hauptnerven entspringen die Sekundärnerven (*Sn*, Fig. 1) oft fast im rechten Winkel, nie spitzwinklig. Die einzelnen Sekundärnerven treten weit vom Rande entfernt durch Bogenanastomosen mit einander in Verbindung. Dadurch entsteht eine breite, oft ein Drittel der Blatthälfte einnehmende Randzone, die ihrerseits wieder reichlich durch zahlreiche Nervenanastomosen facettiert ist (Fig. 1). Zarte Nervenendigungen laufen bis fast zum Blattrande und auch die Zwischenräume zwischen den Sekundärnerven zeigen ein feines Nervennetz. So kommt es, dafs das Blatt reiche, aber zarte Nervatur zeigt, die besonders auf der Unterseite deutlich hervortritt.

Form und Gröfse der Blätter wechselt etwas. Die peruanischen Blätter sind meist kleiner, zarter, heller und schmäler, die bolivianischen meist derber, gröfser und dunkler. Die kultivierten Cocablätter, die ich in Java sah, näherten sich den peruanischen. Sie waren hell, schmal, zart, spitz-oval, erreichten aber eine ziemliche Länge. Am meisten differiert die Spitze, die bald deutlich zugeschärft ist, bei der gestreckt ovalen Form, bald breit abgerundet bei der verkehrt eiförmigen.

Sehr charakteristisch sind zwei eigentümliche Falten (Epidermisschwielen, Längennerven, Gewebefalten), die auf der Blattunterseite hervortreten und in seichtem Bogen von der Blattbasis zur Blattspitze laufen (*Fa*, Fig. 1). Dieselben fehlen nur selten (bisweilen einigen Blättern der peruanischen und der Java-Sorte) und werden manchmal von zwei weiteren nur sehr undeutlich und nur bei in Wasser eingelegten Blättern sichtbaren, gegen den Blattrand hin, zwischen diesem und den groben Falten in der Mitte liegenden zarten Falten begleitet. Diese Falten, die man auch bei anderen Erythroxylonarten, bei einigen Sapotaceen und Polygoneen findet, scheinen zur revolutiven Knospenlage der Blätter in Beziehung zu stehen, dürften aber auch wegen ihres Baues nicht ganz ohne mechanische Bedeutung sein. Da sie zu dem Spitzchen hinlaufen und die Epidermis der Falte direkt in die der Spitze übergeht, ist es wahrscheinlich, dafs die Bildung der Falte hier ihre Anregung empfängt.

Der anatomische Bau des Blattes zeigt einiges Charakteristische. Die Epidermis der Oberseite besteht aus ziemlich grofsen, etwas tangential gestreckten Zellen (Fig. 2 u. 3, *Epo*), die, von der Fläche betrachtet, polyedrisch erscheinen (Fig. 4, *Epo*). Die Kuticula zeigt zarte Kuticularzäpfchen (*cut*, Fig. 3), die auf dem Flächenschnitte (Fig. 4, *Epo*) als Körnchen erscheinen. Spaltöffnungen fehlen der Blattoberseite. Die Epidermis der Unterseite wird von etwas kleineren Zellen gebildet, die papillös ausgestülpt sind (Fig. 2 u. 3, *Epu*) und ebenfalls kleine, aber deutlichere Kuticularzäpfchen besitzen (*cut*, Fig. 3). Von der Fläche betrachtet erscheinen die Epidermiszellen der Unterseite getüpfelt und die papillöse Ausstülpung tritt als eine mediane Kreislinie hervor (Fig. 5, *Epu*). Die Kuticularzäpfchen sind wie Körnchen sichtbar. Spaltöffnungen finden sich auf der Blattunterseite reichlich (*st*, Fig. 5 u. Fig. 5a). Sie sind klein und besitzen zwei Nebenzellen, die nicht papillös ausgestülpt sind.

Das Mesophyll des bifacialen Blattes besteht auf der Blattoberseite aus einer Reihe von Palissaden (*p*, Fig. 2 u. 3), die auf Flächenschnitten das bekannte Bild aneinander gereihter kugeliger Zellen darbieten (*p*, Fig. 4), auf der Blattunterseite aus einem sehr reich durchlüfteten Sternmerenchym, dessen Bau am besten auf Flächenschnitten erkannt wird (Fig. 5, *mer*), auf Blattquerschnitten dagegen weniger deutlich hervortritt (Fig. 3, *mer*). An der Grenze der Palissadenschicht finden sich Sammelzellen (×, Fig. 2 u. 3).

Der Bau der sogenannten Falte ist ein sehr einfacher (Fig. 3, *Fa*). Die Epidermis ist hier etwas vorgewölbt und unter ihr liegt eine kleine Gruppe, bisweilen kollenchymatisch verdickter Zellen. Die Epidermiszellen sind an der Falte sehr stark gestreckt und bastzellartig zugespitzt. Zum Bündelsystem steht die Falte in keiner Beziehung.

Der Inhalt der Mesophyllzellen ist der bekannte: Chlorophyllkörner, Stärke, Gerbstoff. Auch Öltröpfchen finden sich da und dort. Läfst man auf Flächenschnitte Kalilauge in der Wärme einwirken und dann das Präparat einige Zeit liegen, so findet man, wenn das Kali und die Kalicarbonat-Ausscheidungen mit Wasser gut ausgewaschen wurden, in einigen Zellen kleine nadelartige Kriställchen, die wohl Cocain sein dürften, das mit Kaliumquecksilberjodid oder Jodlösung nicht eben viel besser sich mikrochemisch nachweisen läfst.

In den Palissadenzellen vornehmlich, aber auch in anderen Zellen des Mesophylls, finden sich bisweilen monokline Kalkoxalatkristalle (*kr* in Fig. 2 u. 3) von charakteristischer Form, ähnlich der der Süfsholzkristalle. Dieselben sind, wie dies bei Oxalatkristallen die Regel zu sein pflegt, mit einer zarten Haut umgeben, liegen also in einer Tasche. Auch die

Bastzellbelege der Gefäfsbündel werden von solchen kristallführenden Zellen, die oft zu Kristallkammerfasern vereinigt sind, begleitet (Fig. 2).

Die Bündel der Blattnerven sind natürlich verschieden gebaut, je nachdem sie dem Hauptnerven, den Sekundärnerven oder den Nervenendigungen angehören. Im Hauptnerven (Fig. 2, links) verläuft ein grofses Bündel, dessen Holzteil (*gth*, Fig. 2) aus strahlig angeordneten Zellen besteht und von radial-strahligen Markstrahlen, die in Rindenstrahlen auslaufen, durchzogen wird. Die Gefäfse des Gefäfsteils zeigen alle Formen, die primären sind meist Spiralgefäfse, die sekundären Leitergefäfse oder getüpfelte. Der der Blattoberseite zugekehrte Teil des Gefäfsteils führt Holzparenchym. Der der Blattunterseite zugekehrte Siebteil (*sb*, Fig. 2) besteht aus Gruppen zarter Siebelemente. Auf Längsschnitten sind die Siebröhren deutlich. Umgeben wird das Bündel von einem Bastzellbelege (*B*, Fig. 2). Die starkgestreckten Bastzellen besitzen den typischen Bau. Auf der Unterseite tritt der Mittelnerv halbkreisförmig, auf der Oberseite fast kielartig hervor (Fig. 2), doch ist der Kiel sehr verschieden stark ausgebildet. Bei in Java und in Bern kultivierter Coca war der Kiel nur schwach entwickelt. Das Gewebe des Kiels wie das der gegenüberliegenden Seite erscheint oft kollenchymatisch verdickt. Die Zellen der Epidermis pflegen nur über dem Hauptnerven Längsstreckung zu zeigen, über den anderen zeigen sie die normale Ausbildung (Fig. 4 u. 5). Der Mittelnerv läuft an der Blattspitze in das Spitzchen aus, in welches er (wenigstens mit seinem Gefäfsteil) ein Stück weit eintritt. Die Zellen des Spitzchens sind gestreckt, ganz oben am Rande papillös. Die Bündel der zarten Nebennerven (*gfb*, Fig. 2) sind viel individuenärmer als die des Hauptnerven, doch stets von Bastfasern begleitet. Die Nervenendigungen führen nur tracheale Elemente und Bastfasern, ja die äufsersten Enden der Nervenendigungen bestehen oft nur aus meist knorrig verbogenen Bastzellen (*B*, Fig. 5) von sehr mannigfacher Gestalt. Durch diese reichlich vertretenen Bastzellen erhält das zarte Blatt seine relative Festigkeit und Biegsamkeit, die es nur beim Trocknen verliert.

Nur selten sind den Cocablättern Blüten und Früchte der Pflanze beigemengt, doch findet man sie immerhin da und dort.

Die Blüten sind klein, einige Millimeter breit und ziemlich langgestielt. Sie stehen meist zu Büscheln vereinigt in den Achseln der Blätter oder Blattnarben. Sie besitzen fünf Kelchblätter und fünf damit alternierende, sehr zarte Kronenblätter. Die zehn Stamina sind an der Basis zu einer Röhre verwachsen. Der Fruchtknoten trägt drei Griffel.

Die Blüten besitzen an der Basis des Blütenstiels zwei Vorblättchen und entspringen meist zu mehreren in den Achseln der Laubblätter, so in der Blattregion, oder in den Achseln häutiger Hochblätter, so am Grunde der Zweige. Hier an der Zweigbasis findet man häufig knäuelige Blütenstände, die dadurch zu stande kommen, dafs an einem kurzen, gestauchten, seitlichen Kurztriebe dicht übereinander und nebeneinander zahlreiche kleine häutige Schuppen, sogenannte Ausschlagschuppen sitzen, von denen jede in ihrer Achsel ein oder mehrere Blüten trägt. Die fünf Kelchblätter sind dreieckig, derb und bleibend, so dafs sie becherartig noch die Basis der Früchte umhüllen. Sie besitzen auf ihrer Unterseite unter der Epidermis eine Reihe von Ölzellen. Die gelbliche Corolle ist sehr zart. Die fünf, mit den Kelchblättern alternierenden Blätter besitzen eine zweispaltige Ligula dort wo die Platte der Ligula sich an den kurzen Nagel ansetzt. Die zehn Stamina stehen in zwei Kreisen und sind an der Basis zu einer Röhre verwachsen, die dort wo die Filamente sich ansetzen, am Aufsenrande kleine zäpfchenartige Drüsen besitzt. Die Pollenkörner sind rundlich und besitzen eine glatte Exine. Der kegelige Fruchtknoten trägt an seiner Spitze drei lange Griffel, die an der Spitze in kopfige Narben endigen. Unter der Epidermis liegt auch hier eine Reihe von Sekretzellen, die ein weiches, helles Sekret führen. Der Fruchtknoten besteht aus drei Carpellen, doch werden nur selten auch drei Ovula fertig ausgebildet. Die Anlagen von zwei abortieren frühzeitig. Befruchtet wird jedenfalls der Regel nach nur ein Ovulum. Immerhin findet man die Reste der beiden anderen Fächer auch in der reifen Frucht noch, als zusammengefallene Bälge oder Spalten seitlich ansitzend. Das Ovulum ist anatrop-hängend. Die der Regel nach nur einen Samen enthaltende rundlich-dreikantige reife Frucht ist eine Drupa, bis 20 mm lang, rötlich, in der Droge schwarzbraun. Die Fruchtschale läfst die äufsere subepidermale Reihe von radial gestreckten Sekretzellen noch erkennen, doch führen dieselben nicht immer das Sekret, manchmal sind sie leer. Das Mesocarp ist parenchymatisch, das Endocarp besteht zu äufserst aus mehreren Reihen in der Längsrichtung der Frucht gestreckter Bastfasern, zu innerst aus ein bis zwei Reihen rechtwinklig zu diesen verlaufender Bastzellen. Die Samenschale besteht aus gebräunten obliterierten Zellen. Die dünnwandigen Zellen des grofsen Endosperms sind mit Stärke vollgepropft. In der Mitte des Endosperms liegt der kleine, grünliche, gerade, fett- und aleuronreiche Embryo.

Das Pulver.

Das Pulver bietet wenig Charakteristisches. Die zertrümmerten Mesophyllzellen gleichen denen anderer Blätter. Hier und da sieht man aber Fetzen der beiden Epidermen, sowohl der Oberseite (Fig. 4), wie der Unterseite (Fig. 5) und ziemlich viele der charakteristischen Kalkoxalatkristalle (*Kr*, Fig. 2 u. 3), dann fallen besonders die Elemente der Nervenbündel ins Auge, in erster Linie die Bastfasern und hier sind es besonders die knorrigen Formen der Nervenendigungen (*B*, Fig. 5), die dem Bilde einen charakteristischen Zug verleihen. Immerhin dürfte es schwer fallen, Beimengungen anderer Blattpulver sicher zu ermitteln, besonders wenn die Beimengungen gering sind.

Herba Maté.

Herba Paraguayensis, Maté, Matté, Yerba, Yerba Maté, Paraguay-Thee, Jesuitenthee, Thé de Paraguay, Chá mate, Paraguay Tea.

Als Maté werden die Blätter und Zweige von Ilex paraguayensis Lamb. (der in sich Ilex Bonplandiana Münter, I. curitibensis Miers und I. nigropunctata Miers vereinigt) und von anderen brasilianischen und bolivianischen Ilexarten (I. gigantea Bonpl., I. Humboldtiana Bonpl., I. amara Bonpl., I. affinis Gard., I. cerasifolia Reiſs., I. chamaedrifolia Reiſs., I. loranthoides Mart., I. ovalifolia Bonpl., I. theezans Mart. u. s. w.) benutzt. Die Droge besteht entweder aus den in der Sonne getrockneten jungen Blättern (Caa-Kuy) oder den von den Zweigen abgelösten älteren Blättern (Caa-Mirim) oder endlich aus den gerösteten und gepulverten Blättern und Zweigen (Caa-Guaza). Nur die letztgenannte Form findet sich im europäischen Handel und dominiert auch in Brasilien. Die Menge der beigemengten, oft ziemlich ansehnlichen Stiele beträgt oft gegen 40 Proc. Nur selten finden sich gröſsere intakte Blattstücke, meist bildet das Ganze ein grobes gelbgrünes Pulver in dem zahlreiche, oft mehrere Centimeter lange Stengelstücke liegen.

Der folgenden Beschreibung sind Blätter von Exemplaren zu Grunde gelegt, die dem Flückigerherbar entstammen und bezeichnet waren das eine: Ilex paraguayensis St. Hilaire, das andere I. paraguayensis Lambert. Das erstere stammt von Südbrasilien.

Die Gröſse der Blätter schwankt im allgemeinen zwischen 6 und 12 cm, doch finden sich auch kleinere und gröſsere (bis 16 cm). Auch die Form ist ziemlich variabel. Bald sind die Blätter eiförmig, bald oval, eilänglich-elliptisch oder spatelförmig, meist in den Blattstiel verschmälert. Auch die Spitze und der Rand variieren. Die Spitze ist bald stumpf, bald ausgerandet und der Rand bald mit groſsen, bald mit kleinen Sägezähnen besetzt, kerbig-gesägt, bald fast ganzrandig und dann runzelig. Wo Sägezähne entwickelt sind — und dies kann wohl als Regel gelten — stehen sie entfernt. Die kleinen Sägezähne bilden ein kurzes Spitzchen, ähnlich denen des echten Thees (Taf. 3, Fig. 13, 14), welches oft nach innen gekrümmt ist (Fig. 6, *sp)* und bisweilen abfällt (Fig. 6, ×). Die groſsen Spitzen sind bleibend. Der Blattrand ist oft an den Stellen zwischen zwei Sägezähnen nach innen umgerollt (Fig. 6). Der Mittelnerv tritt kräftig nach unten hervor. Die reiche Nervatur bietet nichts besonders charakteristisches. Gegen den Blattzahn hin läuft ein starker Nervenast von der Seite her. Die Blätter sind kahl, lederig, wenig glänzend.

Die Anatomie des Blattes bietet einige charakteristische Eigentümlichkeiten. Die Epidermis der Blattoberseite (*Epo,* Fig. 7) besteht aus groſsen, im Querschnitt vorwiegend quadratischen Zellen mit verdickter Auſsenwand, die von der Fläche gesehen (Fig. 9) vieleckig isodiametrisch und geradwandig sind. Die Kuticula zeigt grobe, derbe, unregelmäſsig verlaufende Falten (*cut,* Fig. 9), die beim Blattquerschnitte als derbe Höckerchen sichtbar sind (*cut*, Fig. 7). Über den gröſseren Nerven sind die Zellen der Epidermis zu regelmäſsigen Reihen angeordnet, nicht gestreckt, wie sonst üblich, und nahezu quadratisch oder tafelförmig (Fig. 9a). Dies ist auch über dem Mittelnerven und hier sowohl auf der Unterseite, wie auf der Oberseite zu beobachten: eine für die Maté charakteristische Erscheinung. Über dieser Nerven-Epidermis laufen die Kuticularfalten nicht unregelmäſsig, sondern gerade in der Längsrichtung (Fig. 9a). Die Epidermiszellen führen einen braunen Inhalt. Da und dort ist eine „Schleimepidermis“ ganz in der gleichen Weise wie bei der Senna (Taf. 7, Fig. 1 u. 4) ausgebildet, d. h. eine Epidermiszelle ist durch eine Cellulose-lamelle in zwei Abschnitte geteilt (Fig. 7, ×), einem inneren, der aus einer in Wasser stark quellenden, undeutlich geschichteten Schleimmembran besteht und einem äuſseren, der den Plasmaschlauch führt. Die Deutung ist hier die gleiche wie bei Senna (vergl. S. 25).

Die Zellen der Epidermis der Unterseite gleichen nur in der Nähe der Nerven denen der Oberseite, über den Facetten sind die Zellen meist viel niedriger und tangential gestreckt (Fig. 8). Von der Fläche gesehen erscheint die Epidermis der Unterseite kleinzellig (Fig. 10). Während der Blattoberseite Spaltöffnungen fehlen, besitzt die Unterseite deren reichlich (Fig. 10), und zwar sind dieselben ziemlich groſs, 25—35 mik lang, und regellos verteilt. Die Spaltöffnungen besitzen infolge der kräftig hervorgezogenen äuſseren Kuticularleiste (Fig. 8) eine weite Eisodialöffnung (Angew. Anatomie S. 433).

Hie und da ist zwischen die normalen Stomata eine Wasserspalte eingefügt (*wst,* Fig. 10), die meist gröſser ist als die Spaltöffnungen. Während die Kuticularfalten, die auch der Unterseite nicht fehlen, an dem gröſsten Teile der Fläche kurz sind und regellos verlaufen, sind sie gegen diese Wasserspalten hin strahlig gestreckt und lang (Fig. 10).

Die Palissaden (*p,* Fig. 7) der Blattoberseite des bifacial gebauten Blattes sind kurz und bilden nur eine Reihe. Die Hauptmasse des Blattquerschnittes wird von dem reichlich durchlüfteten Merenchym eingenommen, das als Sternparenchym entwickelt ist und wie die Palissaden Chlorophyllkörner und Öltropfen enthält.

Groſse Kalkoxalatdrusen (Fig. 11) erfüllen hier und da die Zellen (Fig. 7, *Kr*).

Das Coffein kann man im Maté auf folgende Weise nachweisen. Man erwärmt etwas von dem Pulver in einigen Tropfen Wasser auf dem Objektträger bis zum Sieden und läſst dann bei gewöhnlicher Temperatur eintrocknen. Man durchfeuchtet dann das Objekt mit einigen Tropfen Chloro-

form oder Benzol und läfst nach einiger Zeit vorsichtig ein oder zwei Tropfen auf einen anderen Objektträger abfliefsen. Coffein kristallisiert dann beim Verdunsten in schönen, oft ziemlich grofsen Kristallen aus. Durchfeuchtet man etwas Pulver mit starker Salzsäure und läfst einen Tropfen abfliefsen, so giebt dieser mit Goldchloridlösung eine weifse Trübung und beim Eintrocknen Kristalle von Coffein-Goldchlorid-Chlorwasserstoff: $C_8 H_{10} N_4 O_2$ HCl $AuCl_3$, mit Platinchlorid Kristalle von Coffeinplatinchlorid-Chlorwasserstoff: $C_8 H_{10} N_4 O_3$ HCl $PtCl_2$ und mit Quecksilberchlorid Nadeln von Coffein-Quecksilberchlorid: $C_8 H_{10} N_4 O_2$ 2 Hg Cl. Man beobachtet im Tropfen Wasser.

Die Nervenbündel sind durch reichlich entwickelte Bastzellbelege ausgezeichnet. Das Bündel des Hauptnerven enthält einen grofsen, strahligen Gefäfsteil (*gth*, Fig. 7), der vorwiegend aus Gefäfsen besteht. Der der Blattunterseite zugekehrte Siebteil (*sb*, Fig. 7) ist im Querschnitte sichelförmig und sehr schmal. Aufser diesem finden sich aber noch, in den breiten Bastzellbeleg der Oberseite eingebettet, einige kleine Siebteilinseln (*sb*, Fig. 7). Aufser Bikollateralität des Bündels ist hier also auch Phloemspaltung (Angew. Anatomie S. 297) zu beobachten. Das Gewebe, besonders der Unterseite des Hauptnerven, ist kollenchymatisch (*col*, Fig. 7). Die Bündel der übrigen Nerven sind individuenärmer und liegen meist tief im Mesophyll (Fig. 7, *gfb*).

Die Stengelteile, die dem Maté des Handels reichlich beigemengt zu sein pflegen, sind sehr verschieden dick, bisweilen erreichen sie eine Dicke von 12 mm. Sie besitzen einen sehr breiten strahligen Holzkörper (*gth*, Fig. 12) und besonders die dickeren eine sehr schmale Rinde (*R*, Fig. 12). In der Mitte der letzteren verläuft ein schmaler gemischter Ring typischen Baues: Bastzellgruppen wechseln mit Sklereiden in regelmäfsigen Intervallen. Auch aufserhalb des gemischten Ringes finden sich bisweilen Sklereiden. Korkbildung ist selbst an ziemlich dicken Achsenteilen noch nicht zu bemerken, der Sprofs ist aufsen von der Epidermis begrenzt, deren Zellen eine sehr dicke Aufsenwand besitzen. Dagegen finden sich reichlich Lenticellen. Die Markzellen sind derbwandig und reich getüpfelt. Im Holzkörper finden sich sehr eigenartige Spiralfasertracheiden mit sehr zarten Spiralen und behöft getüpfelter Wand, sowie Tracheiden mit rundlichen behöften Tüpfeln neben typischen Tracheen verschiedenster Art und Libriformfasern. Die Epidermis der Sprosse gleicht, von der Fläche betrachtet, ganz der Epidermis der Mittelnerven der Blätter (Fig. 9a).

Die dem Maté bisweilen des Aromas wegen beigemengten Myrtaceenblätter sind leicht an den oblitoschizogenen Ölbehältern zu erkennen, die dem Maté fehlen. Auch Myrica acris hat Ölbehälter.

Weitere Beimengungen sollen sein: die Blätter von Symplocos- und Maytenus-Arten, Villaresia mucronata R. et P., Psoralea glandulosa L.

Ich habe die Blätter dieser Pflanzen im Maté nicht beobachtet.

Das Pulver.

Wie oben erwähnt, besteht der Maté des Handels aus dem groben Pulver der Blätter, dem Zweigstücke beigemengt sind. In der That läfst sich leicht erkennen, dafs das Pulver fast nur von den Blattfragmenten gebildet wird, die sehr leicht an den in jedem Gesichtsfelde auftauchenden beiden charakteristischen Epidermen der Oberseite (Fig. 9) und der Unterseite (Fig. 10) erkannt werden können. Auch Querschnittsansichten des Blattes sind da und dort sichtbar. Die Gefäfsbündelelemente treten etwas zurück und auch die Kalkoxalatdrusen sind nicht eben häufig. Dagegen bieten die ziemlich oft hervortretenden Fetzen der charakteristischen Epidermis der Nerven (Fig. 9a) ein vorzügliches diagnostisches Hilfsmittel. Fragmente der Stengel sind selten und leicht an den Sklereiden (des gemischten Ringes) und den Spiraltracheiden zu erkennen.

Tafel 60.

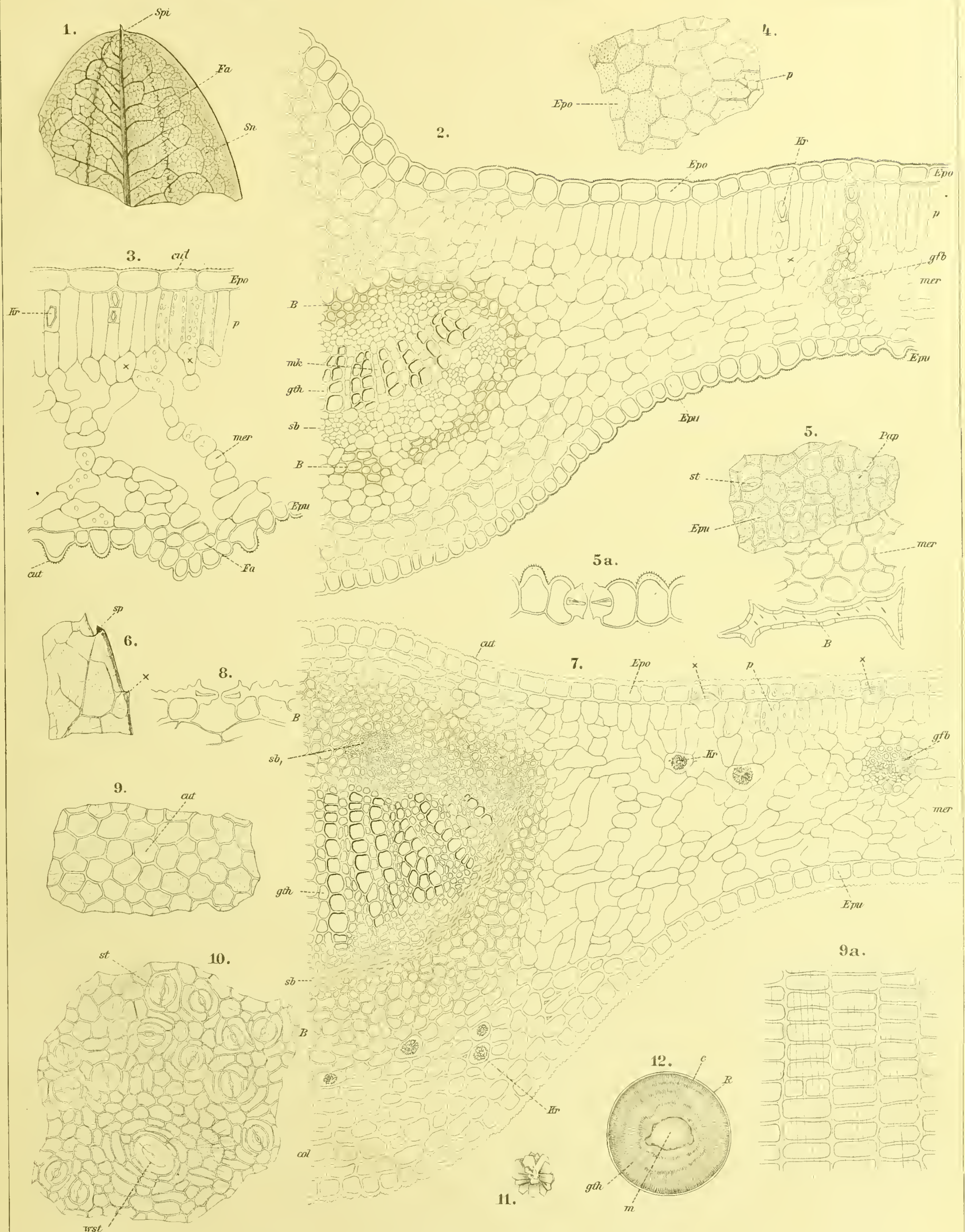
Erklärung der Abbildungen.

(Erythroxylon Coca Lam.)

Fig. 1. Blattspitze und Nervatur. *Fa* Falte.
„ 2. Querschnitt durch die Mittelrippe und das anliegende Blattgewebe.
„ 3. Querschnitt durch das Blatt an der Falte.
„ 4. Epidermis der Blattoberseite mit dem darunter liegenden Palissadengewebe, Flächenansicht.
„ 5. Epidermis der Blattunterseite mit dem darunter liegenden Merenchym.
„ 5a. Spaltöffnung im Querschnitt.

(Ilex paraguayensis Lamb.)

Fig. 6. Blattrand und Zähne.
„ 7. Querschnitt durch die Mittelrippe und das anliegende Blattgewebe.
„ 8. Spaltöffnung der Blattunterseite im Querschnitt.
„ 9. Epidermis der Blattoberseite, von der Fläche gesehen.
„ 9a. Epidermis über dem Hauptnerven, von der Fläche gesehen.
„ 10. Epidermis der Blattunterseite, von der Fläche gesehen.
„ 11. Kalkoxalatdruse isoliert.
„ 12. Querschnitt durch einen Stengel, Lupenbild.



Mate.

Lith. Anst. v. C. Kirst, Leipzig.

Cortex Condurango.

Condurangorinde, Ecorce de Condurango.

Die Rinde von Gonolobus Condurango Triana, einem südamerikanischen Schlingstrauche, ist im Handel in Röhren sehr verschiedener Länge und Dicke zu treffen. Auch der Durchmesser der Rinde wechselt aufserordentlich, da sowohl die Rinde dünner Zweige wie die dicker gesammelt wird. Bei den dünnsten mir vorliegenden Stücken hatte die Rinde eine Dicke von 1 mm, bei den dicksten mafs sie 6 mm. Die dünnen Rindenstücke sind aufsen hellgrau bis bräunlich und ziemlich glatt, die dickeren braun mit abblätternder Korkschicht, die dicksten warzig und zerklüftet. An den Stellen, wo der Kork abgeblättert ist, erscheint die Rinde heller, meist grau. Die Innenseite ist grobstreifig, gelblich-grau bis bräunlich. Die Rinde bricht in den äufseren Partien infolge der Bastfasern faserig, in den inneren grobkörnig.

Schon bei den dünnsten Rindenstücken von 1 mm Dicke ist die sekundäre Rinde ausgebildet. Sie sind bedeckt mit einem mehrreihigen typischen Kork. Auf das Phellogen folgt ein schmales Phelloderm, dann die primäre Rinde, deren äufsere Schichten kollenchymatisch sind, deren innere Milchröhren und grofse Oxalatdrusen führen. Nach Innen zu ist die primäre Rinde durch einen lockeren Kreis von vielgliedrigen Bastbündeln abgeschlossen. In der sekundären Rinde sind Sclereiden noch nicht zu bemerken, wohl aber reichlich kleine Oxalatdrusen.

Dickere Rindenstücke von 1,5 mm Durchmesser zeigen in der sekundären Rinde bereits reichlich Sclereiden und in ganz dicken Stücken ist die ganze sekundäre Rinde, besonders die äufseren Teile derselben, mit Sclereidennestern durchsetzt (Fig. 3, *scl*).

Den Abbildungen ist im allgemeinen eine Rinde mittlerer Dicke zu Grunde gelegt.

Das Lupenbild des Querschnittes (Fig. 3) zeigt zu äufserst den schmalen braunen Kork (*k*), dann folgt die helle primäre Rinde (*pR*), dann der lockere Kranz heller Bastbündel (*B*). In der sekundären Rinde sieht man als gelbe Inseln die Sclereidengruppen (*scl*), der innerste Teil ist zart radial gestreift.

Der Kork, der schon bei jüngeren Ästen mehrreihig ist, wird bei älteren durch reichliche Teilungen im Phellogen sehr stark vermehrt, so dafs er dann eine dicke, bisweilen Schichtung zeigende, vielreihige Schicht bildet (Fig. 1, *K*, Fig. 6, *K*). Die Korkzellen sind dünnwandig und besitzen die typische Tafelform, von der Fläche gesehen sind sie polyedrisch (Fig. 15).

Nach Innen zu bildet das Phellogen anfangs nur einige wenige Schichten Phelloderm (*pd* in Fig. 1 u. 6). Diese Phellodermbildung nimmt aber, wenn die Rinde älter wird, etwas zu, so dafs man bisweilen eine ziemlich dicke Schicht Phelloderm findet (meist aber nur 3 — 5 Reihen). Die Phellodermzellen sind nicht sehr dickwandig, im Querschnitt (Fig. 1) quadratisch oder tangential gestreckt, im radialen Längsschnitt (Fig. 6, *pd*) rundlich oder etwas längsgestreckt, im tangentialen Längsschnitt (Fig. 16) rundlich-eckig und getüpfelt. Sie führen meist einen wohlausgebildeten, prismatischen oder rhomboedrischen Kalkoxalatkristall (*kr*, Fig. 1, 6, 16), der in einer Tasche steckt.

Im Kork findet man sowohl bei jüngeren wie bei älteren Rinden kleine, meist rundliche Korkhöckerchen. Dieselben repräsentieren zwei verschiedene Bildungen. Die einen sind echte Lenticellen (*lent*, Fig. 3) und entstehen wie diese. Sie führen reichlich dünnwandige, abgerundete Füllzellen. Die anderen sind Schuppenborkebildungen. Sie entstehen dadurch, dafs durch eine schalenförmig nach Innen einspringende Phellogenzone circumscripte Partien der primären Rinde abgeschnürt und aus dem Saftverkehr ausgeschaltet werden. Man findet in ihnen daher nicht nur Phelloderm, sondern auch Partien des subepidermalen Kollenchyms, von dem sogleich die Rede sein wird. Durch diese lokale Schuppenborkebildung werden also Randschichten der primären Rinde abgestossen.

Auf der Oberfläche des Korkes finden sich bisweilen Flechten der Abteilung der Graphideen.

Unter dem Phelloderm folgt dann eine Schicht kollenchymatisch verdickter Zellen (*col*, Fig. 1. u. 6), als Verstärkung des Phelloderms und dann das normale dünnwandigere Parenchym der primären Rinde. Dasselbe ist erfüllt mit Stärkekörnern. Da und dort finden sich Oxalatzellen eingestreut, die eine grofse, oft 40—50 mik messende Druse führen (*kr*, Fig. 1, 6, 7). Diese Drusen zeigen bald die Gestalt von Fig. 5, bald die von Fig. 5a. In diesem Gewebe verlaufen auch einige Milchröhren, aber meist nur solche von geringem Querschnitt und dicker Wand (*Mi*, Fig. 1 u. 7). Dieselben gleichen denen der sekundären Rinde.

Nach Innen zu wird diese Schicht abgeschlossen durch eine Reihe stark tangential gestreckter Zellen (*pc*, Fig. 1). Es ist dies das Perikambium (der Pericycle).

Innerhalb des Pericycle folgt dann die Rindenschicht, welche die Bastbündel (*B* in Fig. 1 u. 7) führt. Diese Bastbündel liegen bei jungen Rinden ziemlich dicht bei einander, sind individuenreich und bilden einen breiten Gürtel. Infolge des Dickenwachstums werden diese Bündel nicht nur auseinander gedrängt, sondern sogar zersprengt, so dafs bei älteren Rinden (Fig. 1) an ihrer Stelle eine an Bastzellen reiche, aber an gröfseren Bastzellbündeln arme Zone liegt. Die Bastzellen sind im Querschnitt rundlich oder polyedrisch, selten gestreckt-bandförmig, sie sind sehr langgestreckt und sehr stark verdickt. Ihr Durchmesser beträgt 15—35 mik. Selten legen sich an die Bastbündel Sclereidengruppen an. In dieser Zone finden sich reichlich auch Milchröhren (*Mi*, Fig. 1) und Oxalatdrusen führende Zellen. Das Parenchym besteht hier aus sehr wenig verdickten rundlichen Zellen (Fig. 1 u. 7), die Stärke führen.

Dann folgt im äufseren Teile der sekundären Rinde die Sclereidenzone (*scl*, Fig. 1 u. 8). Dieselbe fehlt jungen Rinden. Die Sclereiden entstehen nämlich nachträglich durch Sclerose von Parenchymzellen an der Grenze der Innenrinde. Die Sclereiden sind von sehr verschiedener Gestalt, bald rundlich, bald gestreckt, und zwar bald tangential- bald radial-gestreckt (*scl*, Fig. 1, 8, 14), meist stark verdickt und reich getüpfelt. Die Tüpfel sind einfache. Die oft gelblich erscheinende Membran zeigt Schichtung. Der Durchmesser der Sclereiden erreicht nicht selten 100 mik. Meist sind die Sclereiden zu (in der Längsrichtung der Rinde gestreckten) Gruppen, sogenannten Sclereidennestern, vereinigt. Im Lupenbilde erscheinen sie wie gelbe eingesprengte Körner (Fig. 3). Bis zu diesen Sclereidennestern reichen die Rindenstrahlen, die die sekundäre Rinde in radialer Richtung durchschneiden und die zarte Radialstreifung der inneren Schichten bedingen (Fig. 3). Diese Rindenstrahlen (*rst*, Fig. 1, 2, 8, 9, 11, 13) sind meist einreihig (selten zweireihig) und erscheinen dem umgebenden Gewebe gegenüber relativ dünnwandig. Ihre Höhe die auf tangentialen Längsschnitten zu ermitteln ist, schwankt sehr. Viele sind 8—12 Zellen hoch, doch steigt die Höhe bisweilen auf 30—40 Zellen. Im radialen Längsschnitte bieten sie das bekannte Bild des Mauerparenchyms (Fig. 8, *rst*). Auf dem tangentialen Längsschnitte erscheinen ihre Enden zugespitzt (Fig. 9 u. 11, *rst*). Bei jungen Rinden führen die Zellen der Rindenstrahlen Stärke, bei älteren meist eine oder zwei Kalkoxalatdrusen, deren Vorkommen in der Innenrinde sogar oftmals auf diese Zellen beschränkt ist. Die Drusen stecken in Taschen, wie dies bei den Oxalatkristallen die Regel ist. Diese Taschen (*ta*, Fig. 5b) sind bei den Drusen der primären Rinde noch besser zu sehen, besonders wenn man mit HCl die Kristalle löst.

Zwischen den Rindenstrahlen liegt dann der eigentliche Siebteil der Rinde. Derselbe besteht aus drei Elementen: aus Siebröhren und Kambiform, Phloemparenchym und Milchröhren.

Die Siebröhren sind sehr zahlreich vertreten und ziemlich weit (*s*, Fig. 2). Auf dem Tangentialschnitte erscheinen sie als weite Röhren (*s*, Fig. 9, 10, 11, 12) und hier sieht man auch die Siebplatten, die entweder nur wenig geneigt stehen oder stärkere Neigungen zeigen. Die Siebplatten sind in Oberflächenansicht besonders auf tangentialen Längsschnitten deutlich (Fig. 10, 12). Sie sind durch Siebporen-freie Partien oft in mehrere Abschnitte geteilt, so dafs man meist 2—4 gesonderte Siebplatten bemerkt (Fig. 11, 9b). Die Siebporen sind sehr klein. Die Weite der Siebröhren beträgt meist 40—45 mik. Die Siebröhren der Condurangorinde eignen sich gut zur Demonstration des Baues der Siebröhren im Praktikum. Man wählt Tangentialschnitte.

In den äufseren Teilen der sekundären Rinde obliterieren die Siebstränge oft zu sogenannten Keratenchymbändern (*obl* und *s*, in Fig. 2, vergl. auch Fig. 613 in der Angew. Anatomie). Es bleibt dann nur der innerste Teil der Rinde leitend. Kambiform und Phloemparenchym treten stark zurück, dagegen nehmen die Milchröhren auch in der sekundären Rinde einen ziemlich breiten Raum ein.

Diese Milchröhren (*Mi*, Fig. 1, 2, 7, 13), die in grofser Zahl besonders die sekundäre Rinde durchziehen, aber auch der primären nicht fehlen, gehören zu den einfachen oder ungegliederten (Angew. Anatomie S. 526). Sie sind demgemäfs aufserordentlich lang. Bisweilen sind sie gegabelt (Fig. 13). Ihre Wand ist (besonders bei älteren Rinden) ziemlich dick und quillt stark in Wasser und Chloral, dann deutliche Schichtung zeigend. Sie enthalten eine körnige Masse (Fig. 7 u. 13), die Alkanna speichert und haben einen Durchmesser von 40—60 mik. Ihr Inhalt löst sich zum Teil in Alkohol, die ungelöst bleibenden Guttaperchakörnchen und Stäbchen löst alsdann Chloroform, die schliefslich zurückbleibende wabige Grundsubstanz wird durch Jod gelb gefärbt, ist also wohl Plasma. Besonders in der Umgebung der Milch-

röhren finden sich Keratenchymbänder (Angew. Anatomie Fig. 613).

Bei älteren Rinden finden sich auch in den inneren Schichten der Innenrinde Sclereiden und Sclereidennester; durch Sclerose von Phloemparenchym entstanden.

Die Stärkekörner der Rinde (*stä*, Fig. 1 u. 4) sind bald einfach bald zu mehreren zusammengesetzt. Ihre Gröfse beträgt 8—15 mik. Die gröfsten sind fast genau rund.

Die die Wirkung der Rinde bedingenden Glycoside scheinen in den Milchröhren ihren Sitz zu haben.

Das Pulver.

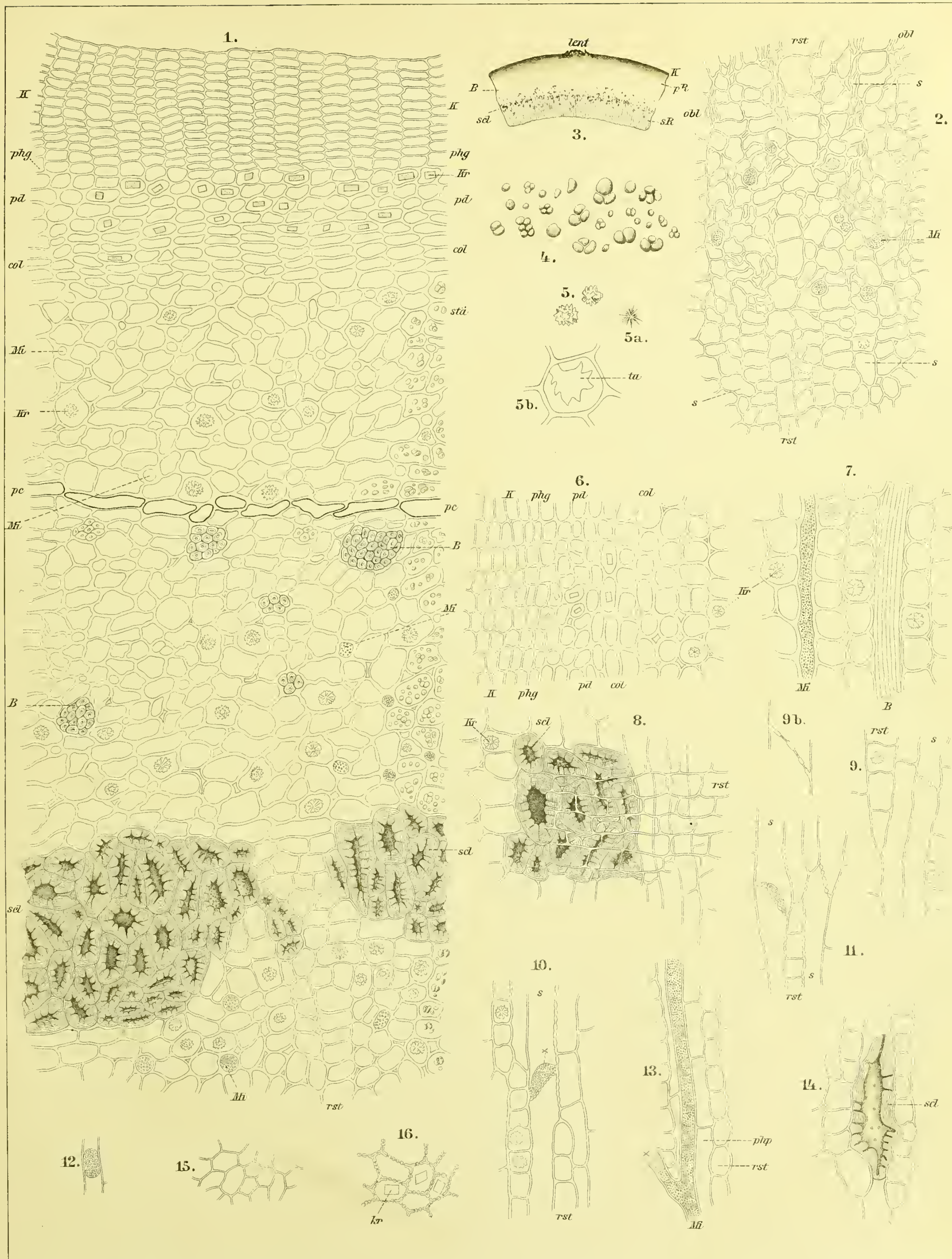
Im Pulver prävaliert die Stärke. Im Chloralpräparat sieht man dann alle Elemente der Rinde. Besonders auffällig treten die Sclereiden, einzeln und zu Gruppen vereinigt, hervor, neben den langen Bastfasern, aber auch Milchröhren sind deutlich, leicht an dem körnigen Inhalte kenntlich; ferner das Kollenchym der primären Rinde, Korkfragmente und Oxalatdrusen, die beim Pulvern freilich oft zertrümmert werden. Allenthalben finden sich Parenchymfetzen.

Tafel 61.

Erklärung der Abbildungen.

(Gonolobus Condurango Triana.)

Fig. 1. Querschnitt durch die Randschicht der Condurangorinde vom Kork bis zu den äufseren Partien der sekundären Rinde.
„ 2. Querschnitt durch die inneren Partien der sekundären Rinde.
„ 3 Lupenbild des Rindenquerschnittes.
„ 4. Stärkekörner der Rinde.
„ 5 und 5 a. Kalkoxalatdrusen.
„ 5 b. Oxalattasche aus der primären Rinde.
„ 6. Radialer Längsschnitt durch die Randschicht der Rinde: Kork, Phelloderm und Kollenchym.
„ 7. Radialer Längsschnitt durch die weiter innen liegende Partie in der Nähe der Bastzellbündel (*B*).
Fig 8. Radialer Längsschnitt durch die Partie der Rindenstrahlen in der Nähe der Sclereidennester (*scl*).
„ 9—16. Aus tangentialen Längsschnitten.
„ 9—11. Siebröhren mit Rindenstrahl.
„ 9 b. Siebplatte quer durchschnitten.
„ 12. „ von der Fläche.
„ 13. Milchröhre und Rindenstrahl, dazwischen Phloemparenchym.
„ 14. Sclereide.
„ 15. Kork von aufsen.
„ 16. Phellogen aus dem Tangentialschnitt.



Lith. Anst. v. C. Kirst, Leipzig

Flores Arnicae.

Wolferleiblumen, Wohlverleihblüten, Fallkrautblumen, Fleurs d'Arnica, Arnica Flowers.

Die Arnicablüten sind die Blütenkörbe von Arnica montana L., einer nur im Norden in die Ebene herabsteigenden Gebirgspflanze.

Die Blütenkörbe werden bald ganz benutzt, bald wird der Blütenboden abgelöst und nur die Blüten allein gelangen in den Handel.

Die Blütenkörbe (Fig. 1) sind ziemlich grofs. Sie messen im Durchmesser circa 10 mm. Das Hochblattinvolucrum, der Hüllkelch (*hb*, Fig. 1) umhüllt das Ganze wie ein Becher. Er umschliefst meist 14—20 (10—23) weibliche zungenförmige Randblüten (Fig. 1 *r*, u. 2) und zahlreiche hermaphrodite Scheibenblüten (*sch*, Fig. 1, Fig. 3 u. 4), die beide auf dem ziemlich flachen, soliden Blütenboden (*blb*, Fig. 1) sitzen.

Der Blütenboden zeigt bei der blühenden Pflanze fast keine Wölbung. Erst nach dem Abblühen wölbt er sich kugelig hervor und giebt der abgeblühten Inflorescenz den eigenartigen Charakter. Löst man die Blüten ab, so erscheint er grubig punktiert und dicht behaart.

Der Hüllkelch besteht aus 20—24 fast gleichlangen, lanzettlichen und zugespitzten Hochblättern, die in zwei Reihen angeordnet sind, zur Blütezeit glockenförmig die Blütengruppe behüllen, nach dem Abblühen aber sich zurückschlagen, so dafs sie dann nach unten gerichtet sind und der nunmehr stark gewölbte Blütenboden frei hervortritt. Die Hüllkelchblätter sind grün, nach oben hin oft violett gefärbt. Sie sind über die ganze Fläche reich behaart.

Die zungenförmigen weiblichen Randblüten (*r*, Fig. 1) sind zygomorphe Strahlblüten und umgeben als einfacher Kranz die Scheibe. Sie besitzen einen dünnen schlanken, mit nach oben gerichteten Haaren dicht besetzten schwach vier- bis fünfkantigen Fruchtknoten (*fk*, Fig. 2). Die Basis der Kronenröhre umgiebt ein dichter Kranz von Pappusborsten (*Pp*) — der metamorphosierte Kelch der Blüte. Die gelbe Corolle ist unten röhrig und behaart, geht aber bald in eine circa 8 mm breite gelbe Fahne über, die an ihrem Ende dreizähnig ist (Fig. 2) und meist von acht (bis zwölf) Nerven durchzogen wird. Aus der Kronenröhre ragt etwas der fadenförmige Griffel mit der zweischenkligen Narbe (*Na*, Fig. 2) hervor. Das Androeceum fehlt ganz oder ist staminodial und dann in Form cylindrischer oder keuliger Zotten wahrzunehmen.

Die zahlreichen (circa 50) hermaphroditen Scheibenblüten sind actinomorph und ebenso lang wie die Hüllkelchblätter (Fig. 1). Auf schlankem, dicht behaartem Fruchtknoten (*fk*, Fig. 3 u. 4) sitzt die ebenfalls sehr schlanke gamopetale, gelbe Corolle. Unten eng und röhrig, erweitert sich dieselbe etwa auf halber Höhe, dort wo die Stamina inseriert sind, und läuft in fünf dreieckige, flach ausgebreitete oder etwas zurückgeschlagene Zipfel aus (Fig. 3 u. 4). Sie ist gleichfalls aufsen behaart, besonders im unteren Teile. An der Basis der Corolle sitzt auch hier ein vielgliedriger borstiger Pappus. Die Filamente der fünf Stamina tragen langgestreckte, aus der Blüte etwas hervorragende Antheren, die ebenso lang wie das Filament sind, oben in eine kegelförmige Connectivspitze und unten in zwei Zipfel auslaufen. Der lange Griffel wird an seiner Basis von einem rundlichen Diskus (*Dis*, Fig. 4 u. 24) umgeben und läuft in eine zweischenklige Narbe mit zurückgekrümmten Schenkeln aus (*Na*, Fig. 4), die aus der Blüte hervorragt. Das anatrope Ovulum ist gleichfalls stark in die Länge gestreckt.

Der Bau der Randblüten ist einfach. Die Fahne besteht nur aus wenigen Zellschichten. Die Epidermis der Oberseite (*Epo*, Fig. 13) wird gebildet aus etwas papillös vorgewölbten, im Querschnitte kegelförmigen, in der Flächenansicht (Fig. 14) isodiametrischen Zellen, deren Kuticula eine zarte, gegen die Kegelspitze gerichtete oder längsverlaufende Streifung (Faltung) zeigt (Fig. 14). Das Mesophyll (*mes*, Fig. 13) ist zartzellig und reich durchlüftet und wird der Regel nach von acht zarten Bündelchen (*gfb*, Fig. 13) durchzogen, die mehrere Spiralgefäfse führen. Bisweilen gabeln sich diese Bündel, so dafs zehn, elf oder zwölf Nerven zu zählen sind. Die Epidermis der Unterseite besteht aus im Querschnitte ziemlich hohen Zellen (*Epu*, Fig. 13), die, von der Fläche gesehen, längsgestreckt erscheinen und deren Kuticula gleichfalls eine zarte Längsstreifung zeigt (Fig. 15, *Epu*), die aber viel weniger deutlich ist, als die Kuticularfaltung der Oberseite. Über den Nerven finden sich in nicht sehr grosser Zahl zwei Arten Trichome, die einen sind lange mehrzellige, aber einreihige Haare (*t*, Fig. 15) mit grofser Basalzelle (*t*, Fig. 13) und meist langer Endzelle. Sie sind oft gegen die Spitze der Fahne gerichtet. Die anderen sind Öldrüsen der typischen Compositenform (Angew. Anatomie S. 467 und Tafel 2), d. h. sie bestehen aus zwei Reihen Zellen mit terminalem Sezernierungszellenpaar (*oed*, Fig. 15). Von der Seite gesehen, geben sie das in Fig. 13a wiedergegebene Bild, von oben betrachtet erscheinen sie wie bei *oed* (Fig. 15) dargestellt.

An der Röhre der Randblüten, die im allgemeinen den gleichen Bau besitzt wie die Fahne, sind die Haare in viel gröfserer Zahl vorhanden, besonders die einreihigen Trichome sind sehr zahlreich und stehen dicht gedrängt. Zwischen ihnen bemerkt man nur wenige Öldrüsenhaare.

Der Bau des Fruchtknotens, des Pappus und des Griffels gleicht dem der entsprechenden Teile der Scheibenblüten und wird bei diesen beschrieben werden.

Die Scheibenblüten besitzen eine Corolle, deren Dicke ziemlich erheblich differiert. Durchschneidet man sie im oberen Teile bei γ (Fig. 4), so bietet sie das in Fig. 9 dargestellte Bild. Ihr Bau ist hier sehr einfach. Oft besteht das Kronenblatt hier nur aus den beiden Epidermen (Fig. 16), zwischen die sich nur höchstens eine Zellschicht einschiebt. Nur bei den Nerven (*gfb*, Fig. 16) ist das Blatt etwas dicker. Die Epidermis der Innenseite besteht aus im Querschnitte hohen Zellen (*Epi*, Fig. 16), die von der Fläche betrachtet (Fig. 21) gestreckt und schwach wellig erscheinen. Die Epidermis der Aufsenseite, im Querschnitte (*Epa*, Fig. 16) der Epidermis der Innenseite ähnlich, zeigt, von der Fläche betrachtet (Fig. 22), starke wellige Konturen, da und dort finden sich Stomata (*st*, Fig. 22) und Haare, sowohl typische einreihige, wie auch Öldrüsen (*oed*, Fig. 22). Weiter unten, in der Nähe der Anheftung der Stamina (bei β, Fig. 4) ist die Corolle schon etwas dicker (Fig. 10) und an der Aufsenseite stark behaart. Zwischen den beiden Epidermen (*Epi* und *Epa*, Fig. 17) liegen mehrere Reihen zarter Mesophyllzellen. Noch weiter unten (bei α, Fig. 4), wo nur der Griffel (*grf*, Fig. 11) durch den Schnitt getroffen wird, ist die Corolle sehr dick (Fig. 11). Deutlich tritt hier die Verwachsung aus fünf Blättern hervor. Die innere Epidermis (*Epi*, Fig. 18) trägt auch hier keine Haare, wohl aber finden sich auf der Epidermis der Aufsenseite (*Epa*, Fig. 18) Haare beiderlei Art reichlich (*t* und *oed*, Fig. 18 u. 23 und Fig. 19). Das Mesophyll ist ein kleinzelliges Parenchym rundlicher Zellen (*mes*), das von den fünf Bündeln (*gfb*) durchzogen wird. Die Epidermiszellen der Aufsenseite sind stark gestreckt (Fig. 23). An der Spitze läuft die Corolle in fünf etwas zurückgeschlagene Zipfel aus. Dieselben sind dreieckig und tragen auf der zurückgeschlagenen Ober- (also Innen-) Seite (*Pap*, Fig. 4) eine grofse Zahl ziemlich ansehnlicher, dicht nebeneinander liegender keuliger Papillen (*Pap*, Fig. 20). Für gewöhnlich ist dort jede Epidermiszelle in eine solche lange Papille ausgezogen. Diese Papillen fehlen der Unter- (Aufsen-) Seite und sind reichlich auch nur an der Spitze der Zipfel zu finden. Fünf Nervenbündel (*gfb* in Fig. 9 u. 10 und Fig. 16) durchziehen die Corolle in ihrem oberen Teile (von β an aufwärts). Dieselben laufen zwischen den Zipfeln und anastomosieren mit kegelförmigen Anastomosen in den Zipfeln (Fig. 20). Unterhalb der Insertionsstelle der Filamente bemerkt man im Mesophyll der Corolle zehn Bündel in fünf Phalangen. Je zwei Bündel liegen dicht hintereinander (*gfb* u. $gfb_{,}$, Fig. 11 u. 18). Die der Innenseite der Corollenröhre genäherten Bündel ($gfb_{,}$ Fig. 11 u. 18) dieses Zwillingspaares treten in die Filamente aus, die der Aufsenseite genäherten (*gfb*, Fig. 11 u. 18) in die obere Corolle. Die die gelbe Farbe bedingenden gelben Chromatophoren liegen vorwiegend in den Epidermiszellen der Corolle, fehlen aber besonders im oberen Teile der Corolle auch den inneren Schichten nicht.

Die etwa in halber Höhe der Corollenröhre, dort wo sich dieselbe erweitert, inserierten Stamina (Fig. 4) besitzen ein Filament, das im Querschnitte oval ist (Fig. 9 u. 10), aus dünnem Parenchym besteht und von einem centralen Bündel durchzogen wird (Fig. 8, *gfb*). Im oberen, inneren Teile sind die Epidermiszellen in ähnlicher Weise, wie dies bei den Flor. chamomillae (Tafel 2) beschrieben wurde, ausgebildet. Auch der Bau der Anthere ist dem der Kamillenantheren (Tafel 2, Fig. 17 u. 18) ähnlich. Das Gleiche gilt von den Pollenkörnern (Fig. 12), die auch hier eine grobstachelige Exine und drei Austrittsstellen für den Pollenschlauch besitzen.

Der Griffel wird an seiner Basis von einem wulstigen Discus umgeben (*Dis*, Fig. 4), der aus kleinzelligem Parenchym besteht (*Dis*, Fig. 24). Im übrigen besteht er aus gewöhnlichem dünnwandigem Parenchym. In der Mitte liegt das leitende Gewebe, die Tela conductrix (*l*, Fig. 7). Beiderseits davon laufen zwei zarte Bündel (*gfb*, Fig. 7). Die Epidermis führt gelbe Chromatophoren. Nach oben hin läuft der Griffel in zwei grofse, zurückgerollte Narben aus (Fig. 2, 3, 4, 5), die besonders an der Spitze dicht besetzt sind mit zahlreichen, spiefsigen Narbenpapillen (*Pap*, Fig. 5), zwischen denen man regelmäfsig einige eingefangene Pollenkörner (*Pol*, Fig. 5) findet. Zwischen der Papillenzone und der Gabelungsstelle ist die Narbe auf der Innenseite fein warzig (×, Fig. 5). Dort liegt ein dichtes Epithel schmaler, palissadenartig gestreckter Epidermiszellen, die an der Spitze oft in kurze papillöse Vorstülpungen auslaufen.

Verfolgt man das leitende Gewebe des Griffels nach unten, so sieht man, dafs sich dasselbe beim Eintritt in die Fruchtknotenhöhle in zwei Arme gabelt, die an gegenüberliegenden Stellen der Fruchtknotenwand und zwar an der inneren Grenze derselben als zwei zarte Leisten herablaufen (*l* u. $l_{,}$, Fig. 25 u. 27). Diese Leisten zeigen ganz den gleichen Bau wie die Tela conductrix oben: es sind Gruppen kollenchymatisch verdickter Zellen mit hellen Wänden.

Der Bau der Fruchtknotenwand ist interessant. Die Epidermis (*Ep*, Fig. 25) trägt zweierlei Haare. Zunächst Öldrüsen (*oed*, Fig. 24) in grofser Zahl und dann eigenartige Zwillingshaare, die den übrigen Blütenteilen fehlen ($t_{,}$, Fig. 24). Es sind dies zweizellige Haare, die oben in eine zweispiefsige Spitze auslaufen. Die trennende Wand ist reich getüpfelt (*tpf*, Fig. 24). Diese Haare sind am Fruchtknoten schräg aufwärts gerichtet (Fig. 24) und heften die Frucht am Boden fest. Unter der Epidermis folgt dann eine Zellreihe inhaltsreichen Parenchyms (×, Fig. 24 u. 25). Dann stöfst man auf einen Intercellularspalt und dann auf eine Bastzellzone, die 2—4 Zellen breit ist (*B* Fig. 24 u. 25) und bisweilen Unterbrechungen zeigt. Die Zellen dieser Zone sind nicht sehr stark verdickte Bastzellen mit spitzen Enden (Fig. 24). Die äufserste Reihe zeigt an der gegen die Epidermis ge-

richteten Seite eigentümliche zapfenförmige Ausstülpungen der Wand, sogen. centripetale Wandverdickungen (*y*, Fig. 24 u. 25), die bisweilen durch den Intercellularspalt hindurch bis zur Innenwand der Parenchymzellreihe reichen. Zwischen der Bastzellzone und der Parenchymzellreihe findet sich in dem Intercellularspalte ein eigentümliches braunschwarzes, in Alkohol, Wasser, Chloral unlösliches Sekret (*se*, Fig. 24, 25, 26, 27), das oft den ganzen Intercellularraum erfüllt und von der Fläche betrachtet (Fig. 26) merkwürdige, dendritisch verzweigte Bildungen darstellt, die der Flächenansicht des Fruchtknotens ein höchst charakteristisches Aussehn geben. Aber auch auf Quer- und Radialschnitten (Fig. 24, 25, 27) tritt dies braune Sekret deutlich hervor. Ich habe nur wenige Blüten gefunden, denen es fehlte. Es bevorzugt in seiner Lage die Stellen über den Gefäfsbündeln. Gegen die Reife hin wird es stark vermehrt, so dass die reife Frucht (Achaene) braunschwarz erscheint.

Auf die Bastzellschicht folgt dünnwandiges, die zehn (fünf grofse und fünf kleine), den Bastzellen angelagerten Bündel führendes lückiges Parenchym und dann sehr reich durchlüftetes, grofse Intercellularen führendes Gewebe. Die innere Epidermis pflegt obliteriert zu sein. An sie setzen sich die Stränge der Tela conductrix an (*l*, Fig. 25).

Der Bau der Fruchtknotenwand ist überhaupt bei den Compositen vorzüglich diagnostisch zu verwerten. Während alle anderen Teile der Blüte bei den Compositen viel übereinstimmendes haben, ist die Fruchtknotenwand meist sehr verschieden gebaut. Man vergleiche nur z. B. Arnica mit Matricaria und Chrysanthemum.

In dem sehr langen und schlanken Fruchtknoten sitzt, der Basis angeheftet, aber nicht die ganze Höhlung ausfüllend ein sehr langes und schlankes anatropes Ovulum (*ov*, Fig. 4).

Dort, wo der Griffel der Fruchtknotenspitze aufsitzt und die Corolle inseriert ist, entspringt nun auch der Kranz von Pappusborsten (*Pap*, Fig. 24), der, zur Blütezeit anliegend (Fig. 2, 3, 4), zur Zeit der Fruchtreife schirmartig absteht und so als Flugapparat für die Früchte dient. Der Pappus ist der metamorphosierte Kelch der Blüte. Er macht einen quantitativ recht beträchtlichen Teil der Droge aus, ihm verdankt sie die graue Farbe. Die Pappusborsten sind etwa so lang als der enge Teil der Corollenröhre (Fig. 4) und schief aufwärts gerichtet. Jede Pappusborste ist eigentlich nur ein Bündel von Haaren, die in ihren basalen Teilen miteinander verwachsen sind, mit ihren Spitzen aber frei herausragen (*Pap*, Fig. 24). Durchschneidet man eine Pappusborste quer (Fig. 6), so findet man daher nur ein Konglomerat von rundlichen Zellen mit kreisförmigem Querschnitte.

Die Hüllkelchblätter des Hochblattinvolucrums (*hb*, Fig. 1) besitzen eine haar- und spaltöffnungsfreie innere (obere) Epidermis (*Epi*, Fig. 28), deren Zellen, von der Fläche betrachtet, gestreckt erscheinen (Fig. 30) und wellige Verbiegungen zeigen und eine Spaltöffnungen (*st*, Fig. 28) und Haare (*t*, Fig. 28) tragende äufsere (untere) Epidermis, deren Zellen kurz und wellig verbogen sind (Fig. 29). Die Haare der Hüllkelchblätter sind zweierlei Art. Einige gleichen den Haaren der Corolle (Fig. 15 u. 19), andere sind langgestielte Köpfchenhaare mit vielzelligem Köpfchen (Fig. 29, *t* u. 31).

Wir finden also bei den Arnicablütenkörben nicht weniger als sechs Haarformen: Zwillingshaare am Fruchtknoten ($t_{,,}$ Fig. 24), Reihenhaare (Fig. 19) an der Corolle, den Hüllkelchblättern und dem Blütenboden, Öldrüsen (Fig. 15, *oed*) an der Corolle und dem Fruchtknoten, Köpfchenhaare (*t*, Fig. 29) an den Hüllkelchblättern und der Aufsenseite des Receptaculums, Pappushaare (*Pap*, Fig. 24) und Narbenpapillen. Das Mesophyll der Hüllkelchblätter ist reich durchlüftet (*mes*, Fig. 28) und führt die Nervenbündel.

Der Blütenboden (*blb*, Fig. 1) besteht hauptsächlich aus einem reich durchlüfteten Sternparenchym. An der Aufsenseite trägt er reichlich sehr lange Reihenhaare und langgestielte Köpfchenhaare. Die blütentragende flache Oberseite des Blütenbodens zeigt zahlreiche Gruben und in diesen Gruben sitzen die Blüten, ziemlich fest eingefügt. Von dem unter der Blüteninsertionsstelle horizontal streichenden Bündelstamme treten je ein starker Ast in je eine Blüte ein. Die zwischen den Gruben liegenden Partien sind mit geraden steifen, wenigzelligen, oft stark verdickten, borstigen Reihenhaaren dicht besetzt.

In dem Blütenboden findet man nicht selten die 3 mm langen, fast schwarzen, kegelförmigen Larven von Trypeta arnicivora Loew, einer Bohrfliege. Daher schreiben einige Pharmakopoen (z. B. die Pharm. germanica und helvetica) vor, dafs nur die Blüten, nicht die Blütenböden zu verwenden sind.

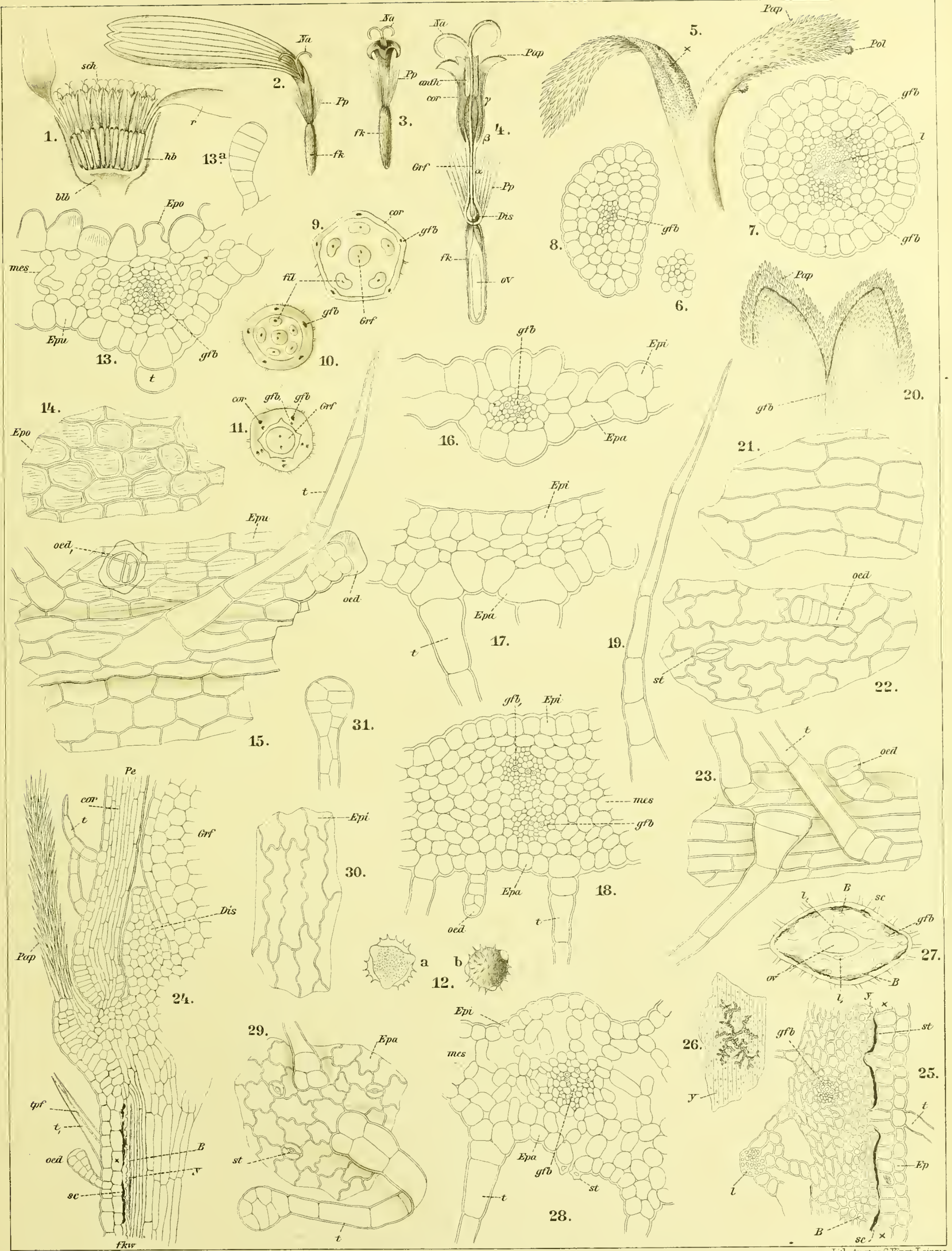
Tafel 62.

Erklärung der Abbildungen.

(Arnica montana L.)

Fig. 1. Längsschnitt durch ein Blütenkörbchen.
„ 2. Weibliche Randblüte.
„ 3. Hermaphrodite Scheibenblüte.
„ 4. Scheibenblüte längsdurchschnitten.
„ 5. Die beiden Narbenschenkel der Scheibenblüte.
„ 6. Querschnitt durch eine Pappusborste.
„ 7. Querschnitt durch den Griffel der Scheibenblüte.
„ 8. Querschnitt durch ein Filament der Scheibenblüte.
„ 9—11. Querschnitt durch die Corolle der Scheibenblüte in verschiedenen Höhen Lupenbilder.
„ 9. Querschnitt oben bei γ, Fig. 4.
„ 10. Querschnitt in der Mitte bei β, Fig. 4.
„ 11. Querschnitt unten bei α, Fig. 4.
„ 12a. Pollenkorn im Durchschnitt.
„ 12b. Pollenkorn von aufsen.
„ 13. Querschnitt durch die Zunge einer Randblüte.
„ 13a. Öldrüse einer Randblüte.
„ 14. Flächenansicht der oberen Epidermis der Zunge einer Randblüte.
„ 15. Flächenansicht der unteren Epidermis der Zunge einer Randblüte.
„ 16. Querschnitt durch den oberen Teil der Röhre einer Scheibenblüte.
„ 17. Querschnitt durch den mittleren Teil der Röhre einer Scheibenblüte (bei β Fig. 4).

Fig. 18. Querschnitt durch den unteren Teil der Röhre einer Scheibenblüte (bei α, Fig. 4).
„ 19. Reihenhaare von der Corolle.
„ 20. Zwei Zipfel der Corolle einer Scheibenblüte. Von oben (innen) gesehen mit den Papillen.
„ 21. Innere Epidermis der Corolle einer Scheibenblüte, oben (Fig. 16). Flächenansicht.
„ 22. Äufsere Epidermis der Corolle, oben (Fig. 16). Flächenansicht.
„ 23. Äufsere Epidermis des unteren Teiles der Corolle einer Scheibenblüte. Flächenansicht.
„ 24. Längsschnitt durch den Rand einer Scheibenblüte an der Insertionsstelle des Pappus, der Corolle und des Griffels, am Fruchtknotenkopfe. Unten: Längsschnitt durch die Fruchtknotenwand.
„ 25. Querschnitt durch die Fruchtknotenwand.
„ 26. Sekretstein aus der Fruchtknotenwand. Von der Fläche gesehen.
„ 27. Querschnitt durch den Fruchtknoten einer Scheibenblüte. Lupenbild.
„ 28. Querschnitt durch ein Hüllkelchblatt.
„ 29. Äufsere (untere) Epidermis eines Hüllkelchblattes. Von der Fläche gesehen.
„ 30. Innere (obere) Epidermis eines Hüllkelchblattes. Flächenansicht.
„ 31. Köpfchenhaar vom Hüllkelch.



Lith. Anst. v. C. Kirst, Leipzig.

Fruct. Juniperi.

Baccae juniperi, Wacholderbeeren, Reckolderbeeren, Kaddigbeeren, Baies de Genièvre, Juniper Berries.

Der Wacholder, Juniperus communis L., eine diöcische Cupressinee, die bei uns wild wächst, liefert seine Früchte in den Handel.

Die weiblichen Pflanzen tragen in den Achseln der zu dreizähligen Wirteln vereinigten nadelförmigen Laubblätter (*bl*, Fig. 1), kleine Achselsprofse (1, Fig. 1), an deren Spitze die Ovula sitzen. Bald findet man nur in der Achsel eines, bald in der Achsel zweier oder aller drei Blätter eines Wirtels einen solchen fertilen Achselsprofs. Diese Achselsprofse (Fig. 2 sind kleine Zweiglein, an denen bis neun dreizählige Wirtel kleiner Schuppenblätter (*hbl*, I—IX) sitzen, deren Mesophyll reich durchlüftet, deren Epidermis aber derb ist. Der Basalwirtel pflegt aus längeren, nadelförmigen Blättern zu bestehen (IX, Fig. 2). An der Spitze des Zweigleins bemerkt man die organische Spitze des Sprofses, einen kleinen flachen Kegel (×, Fig. 3). Um diesen herum sind die drei Ovula orientiert. Diese Ovula (*ov*, Fig. 2) sind nackt, d. h. nicht in einen Fruchtknoten eingeschlossen, wie dies bei den Gymnospermen die Regel ist. Sie besitzen nur ein Integument (*i*, Fig. 2 u. 3), das oben an der Mikropyle einen welligen Rand zeigt und meist 6—8 Zellreihen dick ist. Der Mikropylarkanal verengert sich oben meist etwas, erweitert sich aber nach unten bauchförmig. In der basalen Höhlung liegt, dem Grunde angeheftet, der rundlich-kegelige Nucellus (*Nuc*, Fig. 2 u. 3), in dem der Embryosack nur angelegt, nicht ausgebildet ist (*Ems*, Fig. 2). Gegen die Basis des Nucellus hin findet sich nämlich eine Gruppe plasmareicher Zellen, die sich um eine centrale Zelle gruppieren. Die Befruchtung der Ovula erfolgt etwa im Mai oder Juni, wenn die Pollenkörner der männlichen Pflanzen reif sind. Das Pollenkorn, auf die oft etwas muldenförmig vertiefte Spitze des Nucellus auffallend, heftet sich hier fest und treibt einen kurzen Pollenschlauch in das Nucellusgewebe hinein (Fig. 3), der aber bald sein Wachstum einstellt. Infolge dieses Reizes erfolgt nun erst die Ausbildung des Embryosackes. Die vorher erwähnte mittlere, plasmareiche Zelle vergröfsert sich und wird zur Makrospore, d. h. zum Embryosack. Die umgebenden Zellen bleiben klein. In der Makrospore treten dann Teilungen ein, die zur Bildung eines Prothalliums führen, dem wir der Analogie wegen den Namen Endosperm geben können. An der Spitze dieses Prothalliums entstehen 5—10 Archegonien, deren basaler, gröfster Teil als Eizelle bezeichnet werden kann. Auf diese wächst nunmehr, etwa im Juli, der Pollenschlauch zu, legt sich, sich stark verbreiternd, über die Halszellen aller Archegonien und sendet in jede Eizelle einen männlichen Kern, dieser verschmilzt mit dem weiblichen Kerne der Eizelle. Die Befruchtung ist nunmehr vollzogen. Der Tochterkern wandert an die Basis der Eizelle, die kernführende Partie grenzt sich durch eine Wand ab und der so abgegrenzte basale Teil der Eizelle erfährt nunmehr reichliche Teilungen. Ein Teil der Zellen wird zum Embryoträger, ein anderer zur Embryoanlage. In diesem Zustande (Fig. 4) überwintert das Produkt der Befruchtung. Erst im Frühjahre des folgenden Jahres bei Beginn der Vegetationsthätigkeit entwickelt sich dann der Embryo weiter. Zunächst gehen die meisten der Embryoanlagen zu Grunde und nur eine, selten zwei entwickeln sich zu reifen Embryonen. Infolge reichlicher Endospermbildung im Embryosack wird das Nucellargewebe, das sich an der Spitze kegelförmig in den sich allmählich schliessenden Mikropylarkanal vorgewölbt hatte, allmählich resorbiert (Fig. 5). Im reifen Samen ist es bis auf eine zarte Haut (*Nuc*, Fig. 6, *Nuc*, Fig. 14, 6, 7) völlig geschwunden. Bei ihm ist der gerade Embryo (*Em*, Fig. 6) in eine breite Endospermmasse (*End*, Fig. 6 u. 14) eingebettet.

Die Ovula sind zur Zeit der Bestäubung nur wenig und nur an ihrer Basis mit den Hochblättern des obersten Blattwirtels, den sogen. Fruchtblättern, verwachsen (Fig. 2 u. 3). Späterhin verwächst dann der innere Rand der Fruchtblätter mit dem äufseren Rande der Samenanlagen auf eine weite Strecke, so weit, dafs nur die Spitze der Ovula allseitig freibleibt (Fig. 4 u. 5). Das Verhältnis bleibt auch bei der reifen Frucht bestehen, indem die Verwachsung des Samens mit dem Fruchtblatte im unteren Teile eine vollständige ist, die Spitze des Samens aber allseitig freiliegt (vergl. Fig. 572, 5, der Angew. Anatomie).

Das Integument der Ovula entwickelt sich zur Samenschale. Es besteht anfangs aus parenchymatischen Zellen und bleibt auch noch sehr lange zart und parenchymatisch. Noch in dem in Fig. 5 u. 12 dargestellten Stadium besteht es an dem freien Ende aus 6—8 Schichten zarter rundlicher Parenchymzellen (*i*, 1—5, Fig. 12), an der verwachsenen Seite aus etwa 10. Gegen die Mitte der ganzen Ovularanlage hin, dort wo die drei Ovula aneinander grenzen, sind nämlich die Integumente frei (Fig. 3, 4, 5 u. 9). An der gegen das Hochblattinvolucrum gerichteten dagegen sind sie mit dem Hochblatte (Fruchtblatte) verwachsen. Doch grenzt sich besonders

anfangs das Integumentargewebe sehr deutlich von dem Hochblattgewebe ab (Fig. 9 u. 12, rechts). Später verwischt sich die Grenze etwas, doch ist sie z. B. noch in einem ziemlich reifen Stadium, wie es Fig. 8 u. 13 darstellen, immerhin noch zu sehen, da die Samenschalzellen dünnwandiger sind, als das benachbarte Gewebe. Nur beim ganz reifen Zustande (Fig. 7 u. 14) ist es schwer zu sagen, wie weit die Samenschale reicht und wo das „Fruchtfleisch“, d. h. das Hochblattgewebe anfängt. Dementsprechend ist die Entwickelung des Integumentes (Fig. 12, *i*) zur Samenschale (Fig. 14, *ss*) deutlich nur an der freien, gegen die Mitte gerichteten Partie zu verfolgen. Das anfangs rein parenchymatische Gewebe (Fig. 12, 1—5) differenziert sich dort in fünf Schichten, die erste wird von der Epidermis gebildet (Fig. 13, 1), die zweite von einer einreihigen Parenchymschicht (Fig. 13, 2), dann folgt eine breite Zone, die aus sclerotisiertem Parenchym besteht, dessen Zellen im halbreifen Stadium (Fig. 8) noch nicht sehr stark verdickt sind (Fig. 13, 3) und erst im vollreifen Stadium (Fig. 14, 3) starke Verdickung der Wand zeigen. Anfangs (Fig. 8) schliefsen sie auch noch nicht rings zu einer Schale zusammen. Die nun folgende Zone fungiert als Nährschicht, d. h. ihre Zellen obliterieren, nachdem sie ihren Inhalt abgegeben haben (Fig. 13, 4). Diese Zone ist daher im halbreifen Stadium (Fig. 13) noch lange nicht so stark zusammengefallen wie im vollreifen (Fig. 14, 4), wo sie ein schmales helles Band bildet, in dem die Zelllumina nur als zarte Linien zu erkennen sind. Von dieser Zone dringen schmale Streifen obliterierten Gewebes auch durch die Sclereidenschicht bis zur äufseren Parenchymreihe vor (×, Fig. 13 u. 14). Die Zahl dieser Streifen beträgt drei (×, Fig. 7). Der eine derselben ist stets gegen die Mitte, gegen den centralen Hohlraum hin, gerichtet (× oben, in Fig. 13 u. 14), die beiden anderen aufsen gegen das Fruchtfleisch hin (je einer ist in Fig. 13 u. 14 unten bei × dargestellt). Sie dringen stets in den inneren und den äufseren Kiel der Samen ein. Die innerste Schicht der Samenschale bleibt als zarte innere Epidermis erhalten (Fig. 13, 5 u. 14, 5). Die Zellen derselben obliterieren nicht.

Hand in Hand mit dieser Entwickelung der Samenschale geht nun eine sehr eigentümliche Einschliefsung der anfangs nackten Samenanlagen durch den obersten Hochblattwirtel. Wie schon oben erwähnt, sitzen die Ovula an der Spitze eines Zweigleins, an dem man bis neun dreizählige Wirtel kleiner Schuppenblätter findet (Fig. 2). Die Blättchen des obersten dieser Wirtel (*hbl* I, Fig. 2) sind anfangs sogar kleiner als die der übrigen (II—IX), wachsen aber nach erfolgter Befruchtung rasch heran. Zunächst verdicken sie sich im mittleren Theile stark (Fig. 3, *hbl* I), dann auch oben und an der Basis und wachsen alsdann um die drei Ovula herum. In dem noch sehr jungen Stadium der Fig. 3 bilden sie bereits einen Becher rings um die Basis der Ovula. Im folgenden Stadium (Fig. 4) ist dieser Becher zu einem Kruge mit breiter Öffnung geworden, in dem nächsten Stadium (Fig. 5) ist dieser Krug oben geschlossen und bei der reifen Frucht (Fig. 6) macht das Ganze völlig den Eindruck einer Beere, doch bleibt an der Spitze stets ein feiner in die Mittelhöhlung führender Kanal übrig. Die Spitzen der drei Blätter, die allmählich auch seitlich so vollständig miteinander verwachsen, dafs man bei der reifen Frucht keine Trennungslinien mehr sieht (Fig. 7, 8, 9), bleiben bei diesem Umwachsungsprozesse etwas zurück (die Hauptmasse des Pericarps wird von der sich becherförmig entwickelnden Basis der Fruchtblätter gebildet), so dafs sie als zarte Spitzchen seitlich von der terminalen Öffnung nicht nur bei den jungen Entwickelungsstadien zu sehen sind (× in Fig. 4 u. 5), sondern auch bei der reifen Frucht noch leicht aufgefunden werden können (×, Fig. 1 u. 6). Sie liegen, da die drei Fruchtblätter mit den Samenknospen alternieren, zwischen und nicht über ihnen. Man trifft sie daher nicht, wenn man die Samen median-längs durchschneidet (Fig. 4, 5, 6, links). Die Samenknospen alternieren übrigens nur scheinbar mit den Hochblättern des letzten Wirtels (den Fruchtblättern). Man hat sich vielmehr die Sache so zu denken, dafs in der Achsel jedes der Fruchtblätter zwei Ovula liegen, von denen aber eines völlig abortiert ist, so dafs das übrig bleibende nunmehr seitlich, also zwischen je zwei Fruchtblätter gerückt wird.

An der Bildung der „Frucht“ beteiligt sich aufser dem obersten Hochblattwirtel nur selten auch noch der nächste Blattwirtel (II, Fig. 2—6), dessen Blätter sich meistens etwas verdicken (II, Fig. 5), aber nur selten mit der Basis der „Frucht“ verwachsen. Doch findet man bisweilen, wenn man ein gröfseres Material durchsucht, an einigen Wacholderbeeren die dre Blättchen, mit der Basis der Wacholderbeeren verschmolzen, vor. Die übrigen Blättchen des Achselsprofses (III—IX) schrumpfen frühzeitig und gehen ganz oder teilweise zu Grunde (Fig. 6), so dafs man am Stielchen der reifen Frucht, das der Basis der Wacholderbeeren des Handels als kleines graues Spitzchen ansitzt, nur noch einige wenige kleine spitze Blättchen findet.

Sehr gering sind die anatomischen Veränderungen, die die Fruchtblätter bei ihrer Umbildung in die fruchtschalenartige Umhüllung der Samen erfahren. Der Bau eines Fruchtblattes (Fig. 3, *hbl* I) ist folgender (Fig. 12, *hbl* I). Unter der derben Epidermis liegt ein dünnwandiges Parenchym das reichlich durchlüftet ist und in dem sowohl die Bündel verlaufen wie auch Sekretbehälter liegen. Bei medianen Querschnitten findet man zunächst drei gröfsere Bündel, welche den Mittelrippen der drei Fruchtblätter entsprechen und die etwas nach aufsen gerückt sind ($gfb_{,}$, $gfb_{,,}$, $gfb_{,,,}$, Fig. 9). Dann folgt nach innen zu in flachem, nach aufsen offenem Kreisbogen angeordnet, eine Reihe von meist sechs zarten Bündelchen (*gfb*, Fig. 9 u. 12). Diese Bündelstreifen alternieren mit den Ovulis (Fig. 9), da die Ovula mit den Fruchtblättern alternieren. Die Bündel sind kollateral und individuenarm, besonders die inneren kleineren. Die Sekretbehälter (*scb*, Fig. 12) sind schizogen mit deutlichem Epithel und körnig-vakuoliger resinogener Schicht (*rsg*), die Sekretbehälter sind oval-länglich. Die der äufseren Schichten sind kleiner als die der inneren, welch' letztere in ihrer Lage die Nähe der Ovula bevorzugen, ja sich meist direkt an diese anlehnen (Fig. 9 u. 12).

Aufserdem finden sich noch, besonders in den äufseren Partien des Fruchtblattes, eigentümliche gestreckte oder gekrümmte leere Idioblasten mit etwas verdickter Wand und Korklamelle (×, Fig. 12).

Zur Reifezeit ist in den Fruchtschuppen die Anordnung der Bündel wenig verändert. Durch den Druck, den die Samen von innen her ausüben, ist die innere Bündelreihe etwas verschoben bez. verbogen. Doch ist die ursprüngliche Anordnung noch wohl zu erkennen (Fig. 7). Die subepidermalen Zellschichten sind in ein kollenchymatisches Hypoderm umgewandelt. Die Idioblasten sind nunmehr verholzt. Das ganze Grundgewebe ist sehr lückig geworden, indem interzellulare Pektinbildung die Zellen isoliert hat. Der Übergang des Fruchtschuppengewebes wie das der Samenschale ist verwischt, da an den Kielen der Samenschale die Sclerose der letzteren auch in das Fruchtschalgewebe übergreift (Fig. 14, unten), wennschon in beschränktem Mafse.

Als was haben wir nun die „Wacholderbeeren" zu betrachten? Eine echte Frucht ist es nicht, denn sie geht nicht aus einem Fruchtknoten hervor. Ein Fruchtstand kann es aus dem gleichen Grunde nicht sein, denn ein solcher ist eine Vereinigung mehrerer echter Früchte. Man könnte sie einen „Samenstand" nennen, d. h. eine Vereinigung mehrerer Samen in einem Hochblattbecher. Auch die Bezeichnung „Beerenzapfen" (galbulus) ist nicht übel, indem darin das beerenartige Aussehn und der Bau des fertigen Gebildes, der ganz an eine echte Frucht erinnert, mit der Deutung des Ganzen als „Zapfen" in Verbindung gebracht wird. Halten wir die Analogie mit den übrigen Coniferen aufrecht, so können wir in der That auch die Wacholderbeere als einen „Zapfen" bezeichnen, da ja auch hier eine innige Verschmelzung der Ovula mit der Fruchtschuppe stattfindet. Da aber andererseits die Fruchtschuppe um den Samen herumwächst und so zunächst eine Fruchtknotenhöhle und dann ein den echten Früchten ganz ähnliches Gebilde erzeugt, so ist nicht zu leugnen, dafs auch eine Analogie mit den echten Beerenfrüchten besteht. Und diese doppelte Analogie kommt eben in dem Namen „Beerenzapfen" gut zum Ausdruck. Es ist aber nicht einzusehen, warum man nicht das Ganze auch einfach als „Frucht" bezeichnen kann. Denn es ist doch im Grunde genommen ziemlich irrelevant, ob die Fruchtschuppen oder Fruchtblätter (denn als solche mufs man doch den obersten um die Samen herumwachsenden Blattwirtel betrachten) von Anfang an eine Höhle um die Samen bildeten oder erst nachträglich oben zusammenschliefsen. Den Fruchtblättern (I), die in diesem Falle den Namen Carpelle tragen könnten, stände dann der folgende Blattwirtel (II) als der der Deckblätter gegenüber und das einzig Merkwürdige wäre, dafs es hier vorkommt, dafs diese mit den Fruchtblättern verwachsen können. Aber das kommt auch anderwärts vor. Jedenfalls ist der Samenstand oder der Beerenzapfen — wie man nun will — hier einer echten Beere zum Verwechseln ähnlich.

Sehen wir uns nach diesen entwickelungsgeschichtlichen und morphologischen Betrachtungen nun einmal den Bau des fertigen Beerenzapfen an.

Macht man, von oben beginnend, succedane Querschnitte durch die Wacholderbeere, so erhält man eine Serie von Bildern, wie sie in Fig. 572 der Angew. Anatomie dargestellt sind. Der oberste Schnitt (Fig. 572, 7) zeigt, dafs die drei Fruchtblätter an der Spitze nicht miteinander verwachsen sind, sondern einen dreistrahligen Hohlraum zwischen sich lassen. In diesen ragen papillenartige Ausstülpungen der Epidermiszellen hinein, die von fingerförmiger Gestalt (Fig. 17, *Pap*) und dickwandig sind und eine Länge von 90 mik erreichen können, meist aber viel kürzer sind. Ihre Dicke beträgt 16 bis 21 mik, die Dicke ihrer Wand circa 5 mik. Bei einem etwas tiefer geführten Schnitte (Fig. 572, 6) treten gegen die Peripherie des Ganzen zu die drei Blätterpaare enger zusammen, die eben beschriebenen Trichome durchschlingen einander und verwachsen an der Spitze oder den Seiten. In der Randzone endlich greifen die einander gegenüberliegenden Partien völlig verzahnt ineinander, so dafs also eine sehr eigenartige Verschmelzung der Ränder (vermittelst alternierender Trichome) Platz greift. Je weiter nach unten, um so vollkommener ist die Verwachsung der Blätter an der Peripherie, während in demselben Mafse der centrale, jetzt schon sehr deutlich dreistrahlige Raum sich vergröfsert. In der nächsttieferen Zone (Fig. 572, 5) sieht man nun schon die Spitzen der drei Samen frei in die ovalen Höhlen hineinragen. An dieser Stelle ist eine Verwachsung der Samen und der Fruchtblätter noch nicht nachzuweisen. Dies gelingt jedoch leicht in der nächst tieferen Schicht (Fig. 572, 4), wo auch die Verwachsung der Blattränder eine so vollkommene ist, dafs man die Grenzen nicht mehr erkennen kann (Fig. 7). Hier sind die Samen mit ihrer ganzen, nach aufsen gerichteten Fläche mit dem Fruchtblatte verwachsen und über ihre nach innen gerichtete Fläche zieht sich als zartes, leicht ablösbares (Fig. 13 u. 14, 1) Häutchen die Epidermis der Samenschale, so dafs der Same an dieser Stelle gewissermafsen in einer Tasche liegt. Je weiter nach unten man fortschreitet, um so mehr treten die Samen auch in der Mitte zusammen (Fig. 572, 3). Endlich sind sie auch hier verwachsen und die Centralhöhle ist ganz verschwunden (Fig. 572, 2).

Demnach kann man also sagen: die Samen sind an der Basis des Fruchtstandes vollkommen ringsum, in der Mitte nur aufsen und oben gar nicht untereinander und mit dem Fruchtblatte verwachsen und die Fruchtblätter sind unten vollkommen, in der Mitte nur an den Rändern, ganz oben gar nicht miteinander verwachsen.

Der Schnitt durch die Basis der Wacholderbeeren zeigt (Fig. 572, 1), dafs drei Gefäfsbündelstämme vom Sprofs her in das Gebilde eintreten. Jeder dieser Bündelstämme gabelt sich dann nach oben in die 6 + 1 Bündelchen, von denen oben die Rede war.

Die reifen Früchte bez. Beerenzapfen sind kugelig, kaum schwach dreikantig, etwa 6—8 mm dick. An der Basis sitzt als gelblich-graues Spitzchen meist der kurze Sprofsrest, an dem mindestens sechs, oft nadelige, in zwei alternierende Kreise gestellte, gelbliche Deckblättchen zu bemerken sind. Der oberste Blattkreis ist bisweilen fleischig geworden, hat die Farbe der übrigen Frucht angenommen und ist mit der

Fruchtbasis verwachsen. Seine Blätter verwachsen aber nicht untereinander und bleiben immer klein. An der Spitze der Früchte liegt an dem abgeflachten Scheitel ein dreistrahliger Stern (Fig. 1), dessen drei Strahlen den Nähten der drei Fruchtblätter entsprechen und zwischen dessen Strahlen nach aufsen gerichtet drei Höcker sichtbar werden: die zurückgekrümmten Spitzen der Fruchtblätter (Fig. 1, ×). Die Farbe der Fruchthülle ist dunkel-braunrot und glänzend, wird aber durch den zarten Wachsüberzug, der die Früchte wie ein Reif bedeckt, bläulich Das Innere der Frucht ist markig weich, gelblich-braungrünlich, ölreich. Die äufsere gefärbte Schale löst sich leicht von diesem markigen Innern ab. Ohne Schwierigkeit lassen sich mit der Nadel die drei bräunlichen Samen herauspräparieren. Diese Samen (Fig. 10 u. 11) sind unten eiförmig-stumpfkantig, nach oben hin verschmälert, meist mehr oder weniger ausgesprochen unregelmäfsig dreikantig und in eine feine Spitze auslaufend, die der Integumentarspitze der hervorgezogenen Mikropyle (Fig. 4 u. 5) entspricht. Eine Kante pflegt als flügelartiger Kiel entwickelt zu sein. An der Bauchseite, mehr noch aber an der Rückenseite, und vorwiegend unten tragen die herauspräparierten Samen meist drei grofse Ölblasen (Fig. 10 u. 11), die zum Fruchtfleisch gehören, aber, da sie in Vertiefungen der Samenschale eingebettet sind (Fig. 14, *sch*), an dem Samen haften bleiben, wenn man ihn herauspräpariert (Fig. 10 u. 11).

Der anatomische Bau der Fruchtblätter des Beerenzapfens bez. des Pericarps der Frucht ist folgender.

Die äufsere Epidermis besteht aus an der Aufsenseite sehr stark verdickten, an den Seitenwänden getüpfelten Epidermiszellen (*Ep*, Fig. 17), die aufser dem grofsen Zellkern eine braune körnige Masse enthalten, die die tief braun-schwarze Färbung der Oberfläche der Droge bedingt. Die in den Zellen enthaltenen rundlichen Körner werden durch Jod gelb. Der Aufsenwand der Epidermiszellen aufgelagert ist ein feinkörniger Wachsüberzug, der den bläulichen Reif bildet, den man meist auf den Baccae juniperi, immer auf den frischen Früchten wahrnimmt. Die Tüpfelung der Seitenwände ist besonders schön auf dem Flächenschnitte wahrzunehmen, ist aber nicht immer vorhanden (Fig. 18). Eisenchlorid färbt den Inhalt grünschwarz, Kali löst mit goldgelber Farbe. Spaltöffnungen finden sich meist nur an der Spitze der Frucht. Nur wenige (2—3) Zellschichten unter der Epidermis sind lückenlos oder fast lückenlos verbunden, ein kollenchymatisches Hypoderm bildend, sehr bald tritt vielmehr ein ganz aufserordentlich reich durchlüftetes Gewebe auf, welches bei den reifen Früchten die mürbe Beschaffenheit des Innern bedingt. Die rundlichen, wenig gestreckten Zellen enthalten grofse Zellkerne und auch in der Droge noch wohlerhaltene Chlorophyllkörner. Die Membranen sind in Pektinmetamorphose begriffen. Legt man Schnitte in Glycerin, so krystallisiert an den Zellen oft Zucker in schönen Tafeln aus, da das Gewebe der reifen Frucht sehr zuckerreich ist. Die unreife enthält statt dessen Stärke im Fruchtfleischparenchym. In dies Gewebe sind grofse schizogene Ölbehälter in reichlicher Anzahl regellos eingelagert. Der Kranz der äufseren besitzt etwa eine Weite von 100—150 mik. Diese sind alle in der Längsrichtung des Organs gestreckt. Etwa in der Mitte des Beerenzapfen sind oft sehr viel weitere (800—1000 mik), also mit blofsem Auge gut wahrnehmbare schizogene Ölbehälter zu beobachten, die den Flanken der Samen angedrückt sind und die sich oft in toto als ovale, ölgefüllte Blasen aus dem Gewebeverbande herauslösen lassen, für gewöhnlich aber den Samen so fest angedrückt sind, dafs sie beim Herauslösen der letzteren an diesen haften bleiben. Gewöhnlich trägt jeder Same 2—3 solcher Ölbehälter auf dem Rücken (Fig. 10), doch ist der Fall nicht selten, dafs ihm vier, dann aber in verschiedener Höhe (die gröfseren in der Mitte, die kleineren unten und etwas gegen die Bauchseite gerichtet) ansitzen. Man mufs jedoch diese Ölbehälter, trotzdem sie dem Samen anhaften, als zu den Fruchtblättern gehörig betrachten. Sie enthalten meist verharztes Öl.

Aufserdem liegen in dem mürben Gewebe der Fruchthülle zahlreiche leere, oft bizarr verbogene und verkrümmte Idioblasten, die man leicht übersieht, aber sich durch Phloroglucin-Salzsäure gut sichtbar machen kann, da ihre Membram sich meist damit rot färbt. Diese in das Parenchym eingestreuten Idioblasten sind sehr merkwürdige Gebilde. Sie kommen bald einzeln, baldzu Gruppen vereinigt im Gewebe vor und sind bald etwas verdickt, bald dünnwandig und, wie es scheint, stets mit einer Korklamelle versehen. Sie besitzen bald gar keine Tüpfel, bald einfache, bald behöfte oder gar netzleistenartige Verdickungen der Wand. Nach alledem kann man sie nicht zu den Sclereiden zählen, sondern dürfte in ihnen versprengte Tracheiden vor sich haben, die zu dem Transfusionsgewebe der Coniferenblätter (dem Tracheidensaume, Angew. Anatomie, S. 338 u. Fig. 389) in Beziehung stehen, aber von der Verbindung mit den Bündeln losgelöst sind. Jedenfalls sind die Zellen des Transfusionsgewebes auch bald mit behöften Tüpfeln, bald mit Netzleisten versehen. In den reifen Früchten sind diese „Tracheiden" übrigens oft durch den Druck des umgebenden Gewebes obliteriert und bilden dann mehr oder weniger gewundene, gestreckte Schläuche. Sie machen ganz den Eindruck funktionslos gewordener Elemente.

Die Gefäfsbündel der Fruchtblätter, deren Verteilung oben beschrieben wurde, sind ziemlich zart. Sie zeigen strahligen Bau und führen neben einer Gruppe derber Bastfasern mit linksschiefen, spaltenförmigen oder ovalen Tüpfeln zarte Spiralfasertracheiden, die nur 7—8 mik weit und deren Spiralen sehr dünn sind. An die Bündel legen sich hie und da grofse blasige oder verbogene, etwas verdickte Zellen an, die bald nur behöfte Tüpfel, bald Leistenverdickungen zeigen. Es sind dies ebenfalls „Tracheidensäume" und gehören zu den oben besprochenen Bildungen (Transfusionsgewebe).

Die Samenschale zeigt folgenden Bau. An den freien inneren Seiten ist die Epidermis entwickelt. Diese aus der Epidermis des Integumentes (Fig. 12, *i*, 1) hervorgehende Samenschalepidermis (Fig. 13, 1 u. 14, 1) besteht aus Zellen, deren gegen den centralen Hohlraum gerichtete Wände ziemlich stark verdickt sind. Die Epidermis löst sich schon

frühzeitig (Fig. 13) von der darunter liegenden Schicht ab und ist beim reifen Samen (Fig. 14) als zarte Haut oft auf weite Strecken abgetrennt. Unter der Epidermis folgt eine Reihe parenchymatischer Zellen, die ziemlich hoch sind (Fig. 13 u. 14, 2) und in der Flächenansicht gestreckt erscheinen (Fig. 19, 2). Diese beiden Schichten sind an den Stellen, wo der Same mit dem Fruchtblattgewebe verwachsen ist, nur in jungen Stadien (Fig. 13) gut von dem Fruchtblattgewebe zu unterscheiden, im reifen (Fig. 14) nicht mehr. Vielmehr geht bei diesem das Gewebe des Fruchtblattes ganz allmählich in das der Samenschale über. Die dritte Schicht der Samenschale ist die Sclereidenschicht (Fig. 14, 3). Sie entwickelt sich dadurch, dafs die Parenchymzellen in dieser Zone allmählich von innen nach aufsen sclerotisieren (Fig. 13). Anfangs sind die Sclereiden nur schwach verdickt und die äufseren Lagen pflegen auch im reifen Stadium nur geringe Verdickungen zu zeigen. Die Mehrzahl der Sclereiden ist jedoch beim reifen Samen sehr erheblich verdickt, bisweilen bis auf ein rundliches (Fig. 19, 3) oder spaltenförmiges Lumen (Fig. 14). Die Wand zeigt deutliche Schichtung und reichliche Tüpfelung und im Lumen findet man einen oder mehrere wohlausgebildete Oxalatkristalle. In den inneren Lagen zeigen die Sclereiden isodiametrische Gestalt, in den äufseren sind sie radial gestreckt. Bisweilen sind diese Sclereiden etwas verbogen.

An diese Sclereidenzone schliefst sich die Nährschicht an (Fig. 14, 4), die beim reifen Samen aufserordentlich stark obliteriert ist und nach Innen zu von einer nicht obliterierenden Epidermis (Fig. 14, 5) abgeschlossen wird, deren Zellen, von der Fläche gesehen, gestreckt und dünnwandig erscheinen (Fig. 20, 5). Die Nährschicht dringt in Form flügelartiger Zapfen in die drei Kanten des scharf dreikantigen Samens ein (×, Fig. 14). Hier in den Ecken obliteriert die Nährschicht oft partiell nicht. Es findet sich hier vielmehr oft einige normale Parenchymzellen.

Vom Nucellus resp. vom Perisperm ist nur ein kleiner Rest als zarte Haut (Fig. 14, 6 u. 7) übrig geblieben. Die Hauptmasse ist durch das Endosperm resorbiert. Der kleine Rest überzieht als bräunliche Haut die Oberfläche des Endosperms und besteht aus einer meist nicht obliterierten einreihigen äufseren Schicht (Fig. 14, 6 u. 15, 6) und einer mehrreihigen, meist stark obliterierten inneren (Fig. 14, 7 u. 15, 7). Von der Fläche betrachtet bemerkt man, dafs die Nucellarepidermis aus etwas gestreckten Zellen besteht (Fig. 16, 6).

Sehr bemerkenswert ist die äufsere Zellreihe des Endosperms gebaut. Die äufsere Wand der Endospermepidermis besteht nämlich aus drei Schichten: einer äufseren Stäbchenschicht (Fig. 15, ×), die von der Fläche gesehen körnig erscheint (Fig. 16, ×), einer zapfenartig in die Zwischenwände vordringenden derben gelblichen Zwischenschicht (Fig. 15, *y*) und einer hellen, inneren quellbaren Celluloseschicht (Fig. 15, *z*). Die Stäbchenschicht und die Mittelschicht sind resistent gegen Schwefelsäure, also kuticularisiert. Die Epidermiszellen des Endosperms erscheinen im Querschnitt etwas gestreckt (Fig. 14, 8), in der Flächenansicht isodiametrisch (Fig. 16, 8). Das übrige Gewebe des Endosperms (Fig. 14, 9, *End*) ist dünnwandig und enthält reichlich fettes Öl und kleine Aleuronkörner (Fig. 21), die meist eine Gröfse von 4—8 mik besitzen. Daneben finden sich auch kleinere Körner von 1—3 mik. Die Körner sind rundlich, oval oder biskuitförmig und enthalten, in eine in Wasser lösliche Grundmasse eingebettet, ein oder mehrere Globoide und ein Kristalloid. Der innere Rand des Endosperms besteht aus Quellgewebe (Fig. 14, 10).

An der Spitze läuft das Endospern und Perisperm in ein der zugeschärften Spitze des Samens entsprechend gestrecktes, kegeliges, gelbliches Spitzchen aus. Es ist dies der Rest des Fortpflanzungsapparates der Nucellarspitze (siehe oben).

Eingebettet in das Endosperm findet sich der Embryo, dessen Würzelchen gegen die Mikropylarseite, also nach oben gerichtet ist (Fig. 6, *Rad*) und dessen beide im Querschnitt plankonvexe Kotyledonen (Fig. 6, *Cot*, vergl. auch Fig. 568 der Angew. Anatomie) den basalen Teil des Samens füllen.

Auch Radicula und Kotyledonen enthalten reichlich fettes Öl und Aleuronkörner. Sie werden von Prokambiumsträngen durchzogen.

Das Pulver.

In dem Pulver walten die Parenchymreste und die Sclereidengruppen vor, auch einzelne kurze rundliche oder stabförmige Sclereiden sind oft zu finden, seltener schon die verbogenen Tracheiden des Transfusionsgewebes und abgebrochene Papillen der Innenepidermis, häufig dagegen Reste der äufseren Epidermis mit dem Farbstoffinhalte. Im Ölpräparate findet man die Aleuronkörner des Samens.

Tafel 63.

Erklärung der Abbildungen.

(Juniperus communis L.)

Fig. 1. Zweig des Wacholder, oben mit weiblichen Blüten (1), weiter unten ganz junge Fruchtanlagen (2 u. 3), dann junge Früchte (4) und reife Früchte bez. Beerenzapfen (5).

„ 2. Längsschnitt durch eine weibliche Blüte und das Zweiglein, an dessen Spitze sie sitzt (1, Fig. 1).

„ 3. Etwas älteres Stadium nach erfolgter Befruchtung (2, Fig. 1). Die Fruchtblätter (*hbl*, I) haben sich verdickt und beginnen um die Ovula herumzuwachsen.

„ 4. Noch älteres Stadium (3, Fig. 1). Die Fruchtblätter sind fast vollständig um die befruchteten Ovula herumgewachsen, doch schliefst die terminale Öffnung noch nicht ganz.

„ 5. Noch älteres Stadium. Die terminale Öffnung ist geschlossen. Die congenitale Verwachsung des Integumentes mit dem Fruchtblatte ist deutlich (links).

„ 6. Reife frische Frucht. Der Same ist entwickelt (Fig. 2—6 sind mediane Längsschnitte).

„ 7. Dasselbe Stadium wie Fig. 6, in der Mitte quer durchschnitten, die Sclereidenschicht der Samenschale dunkel schattiert.

„ 8. Unreife Frucht, in der Mitte quer durchschnitten (Stadium zwischen Fig. 5 u. 6). Die (schraffierte) Sclereidenschicht ist noch nicht vollständig entwickelt. (Details in Fig. 13 dargestellt.)

„ 9. Stadium von Fig. 5 in der Mitte quer durchschnitten. Die (schwach getönten) Integumente sind noch meristematisch. (Details in Fig. 12 dargestellt.)

„ 10. Same, herauspräpariert von der Rückenseite.

„ 11. „ „ „ „ Bauchseite.

Fig. 12. Querschnitt des in Fig. 5 u. 9 dargestellten sehr jungen Stadiums, stärker vergröfsert. Das Integument (*i*, 1—5) noch meristematisch, gegen das Fruchtblattgewebe (*hbl*, I) noch scharf abgegrenzt.

„ 13. Querschnitt durch das in Fig. 8 dargestellte Stadium der unreifen Frucht, stärker vergröfsert. Die Nährschicht (4, 5) beginnt zu obliterieren, die Sclereidenschicht (3) ist noch nicht vollständig entwickelt. Gegen das Fruchtblattgewebe ist die Samenschale noch deutlich abgegrenzt (siehe unten).

„ 14. Querschnitt durch den reifen Samen und das angrenzende Gewebe des Fruchtblattes. Die Nährschicht (4, 5) ist obliteriert, ebenso der Nucellusrest (6, 7). Die Sclereidenschicht (3) fertig, Endosperm (*End*) und Keimling sind ausgebildet.

„ 15. Querschnitt durch den Nucellusrest (6, 7) und die Epidermis des Endosperms (8). ×, *y*, *z* die drei Schichten der Aufsenwand der letzteren.

„ 16. Flächenansicht der Nucellusepidermis (6) und der Endospermepidermis (8). × die Stäbchenschicht.
Die Zahlen 1—11 bezeichnen die korrespondierenden Gewebe in den Fig. 12, 13, 14, 15, 16, 19, 20.

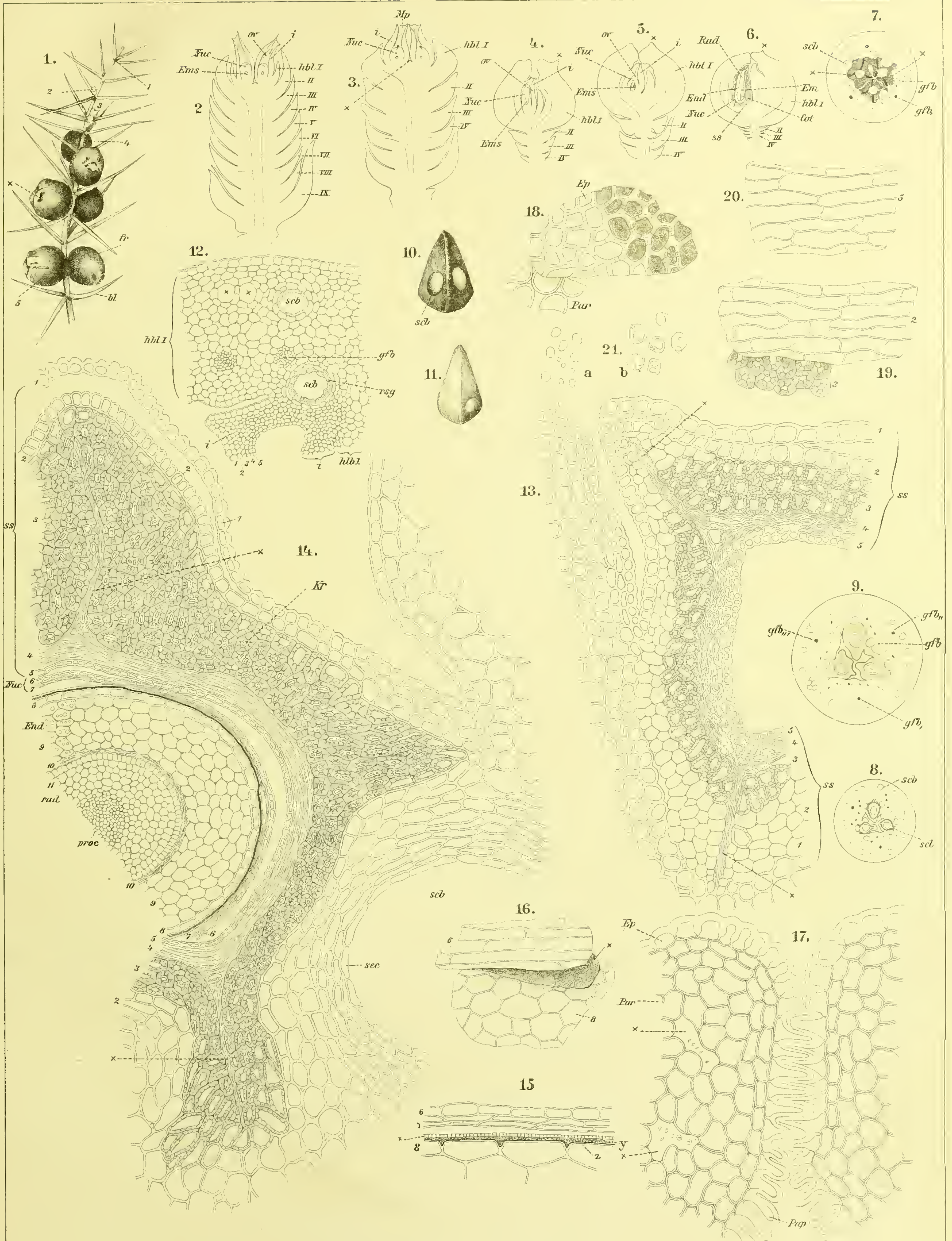
„ 17. Querschnitt durch die terminale Spalte der Frucht, dort wo die Papillen am Rande sich zwischen einander schieben. × die Tracheiden des Transfusionsgewebes.

„ 18. Epidermis der Fruchtschale (*Ep*) mit dem Fruchtwandparenchym (*Par*).

„ 19. Schicht 2 und Schicht 3 der Samenschale (Sclereidenschicht), von der Fläche gesehen.

„ 20. Innere Epidermis der Samenschale, von der Fläche gesehen.

„ 21. Aleuronkörner. a) in Alkohol, b) in Wasser.



Rhiz. Hydrastidis.

Rhiz. hydrastis, Goldsiegelwurzel, Kanadische Gelbwurzel, Rhizome d'hydrastis, Sceau d'or, Racine jaune, Golden seal, Yellow puccoon, Yellow root.

Das Rhizom der vornehmlich in Ohio, Indiana, Kentucky und West-Virginien vorkommenden Ranunculacee Hydrastis canadensis L. ist einige (bis 5) Centimeter lang und 2 bis 10 mm dick, aufsen graubraun oder braun, innen gelb, warzig-höckerig und ringsum reichlich mit oft ziemlich langen Wurzeln besetzt. Durch oft recht zahlreiche kurze Stengelreste bekommt das Rhizom ein unregelmäfsig höckeriges, bisweilen fast gezähntes Aussehen. Durch zahlreiche, sehr kurze, manschettenartig ringsumlaufende Niederblätter erscheint es quergeringelt.

Durchmustert man die Droge, die aus den ganzen Rhizomen mit daran sitzenden Wurzeln und den Resten des jüngsten blatttragenden Sprosses besteht, so kann man leicht Exemplare finden, an denen der morphologische Aufbau festzustellen ist. Darnach entwickelt sich das Rhizom zunächst racemös, d. h. die Gipfelknospe wächst jedes Jahr ein Stück weiter. Späterhin entstehen an dem entweder geraden, horizontal kriechenden oder hin und her gebogenen oder senkrecht im Boden stehenden Rhizom Seitensprosse und die Verzweigung wird sympodial (Fig. 1 und 2). Die Gipfelknospe entwickelt einen oberirdischen Sprofs. Derselbe stirbt ab und das primäre Sprofsende wird von einem sekundären Seitensprosse oder mehreren (II) übergipfelt, die dann ihrerseits nach dem Absterben der oberirdischen Teile wieder von Sprossen dritter Ordnung (III) übergipfelt werden u. s. f. Der jüngere Abschnitt des Rhizoms besteht also aus Sprofsstücken verschiedenen Grades. Da nun die Seitensprosse ziemlich dicht stehen (die zwischenliegenden Rhizomstücke also gestaucht erscheinen) und ihr unterirdischer Teil kurz und gedrungen bleibt, so entwickelt sich — schon aus Gründen des Raumes ist dies nothwendig — der zum oberirdischen Sprosse auswachsende Seitenast schraubel-wickelartig bald auf dieser, bald auf jener Seite des Rhizoms, bald rechts, bald links, bald oben, bald unten. Die aufeinander folgenden Sprosse liegen also nicht in einer Ebene (Fig. 1). Dadurch erhält das Rhizom jenes bizarre Aussehen und die hin und her gebogene und gekrümmte Form, die man an so vielen Stücken der Droge beobachtet. Es können nun in einem Jahre entweder ein oder mehrere oberirdische Sprosse gebildet werden. Aber dieselben pflegen nur einer und derselben Sprofsregion anzugehören, also morphologisch gleichwertig zu sein. Während also Sprofs I (Fig. 1 u. 2) wohl die Bildung mehrerer Jahre repräsentiert, gehört Sprofs II, III, IV u. s. f. je einem Jahre an. Die Seitensprosse entstehen in den Achseln schmaler, ringsum laufender Niederblätter. Da die Wurzeln ebenso unregelmäfsig entstehen wie die Seitensprosse und ringsum am Rhizom gebildet werden, erscheint das Rhizom, besonders das senkrecht gestellte, häufig völlig eingehüllt von Wurzeln.

Die Stellen, wo oberirdische Sprosse ansafsen, erscheinen bei der Droge keulig verbreitert und an der Spitze napfartig vertieft (Fig. 2, ×).

Der Querbruch des trockenen Rhizoms ist hornartig gelb, bisweilen glänzend, meist matt.

Das Lupenbild des Querschnittes (Fig. 3) zeigt einen Kreis von circa 14 Gefäfsbündeln, doch wechselt die Zahl etwas. Man findet manchmal auch einige mehr (bis 19) oder weniger (10 bis 12). In der Breite variieren sie ziemlich. Neben breiten Bündeln findet man schmale, die aussehen, als wären sie von den breiten abgespalten. An den Seiten des Bündelringes ist oft eine Lücke (Fig. 3), auch sonst ist die Verteilung der Bündel eine ziemlich unregelmäfsige. Es hängt dies offenbar mit der ebenfalls unregelmäfsigen Verteilung der Wurzeln zusammen. Breite Bündel wechseln mit schmalen in unregelmäfsigen Abständen, bald sind einmal mehrere gröfsere (meist drei) einander genähert, bald liegen einzelne kleine in grofsen Abständen voneinander. Auch Querbrücken zwischen den Bündeln, über die Markstrahlen hinweg, kommen vor. (×, Fig. 3.)

Der anatomische Bau des Rhizoms ist folgender. Zu äufserst liegt eine schmale Korkschicht von 2—3 Zellreihen (*k*, Fig. 5). Dann folgt ein dickwandiges, reich durchlüftetes Parenchym rundlicher Zellen und dann dünnwandiges Parenchym. Die Parenchymzellen sind nur wenig in die Länge gestreckt. In der folgenden Zone findet sich der Kranz von Gefäfsbündeln (*gfb*, Fig. 3). Die Ursache der oben erwähnten, eigenartigen Querschnittsbilder der Gefäfsbündelzone liegt in der Orientierung der Bündel in der Fläche. Betrachtet man nämlich einen tangentialen Längsschnitt durch die Bündelzone, so sieht man, dafs dieselbe ein Netzwerk anastomosierender Bündelstreifen bildet (Fig. 4). Die unregelmäfsigen Maschen dieses Netzes sind etwas gestreckt. Die Queranastomosen erscheinen im Querschnitte des Rhizoms als die Bündel da und dort verbindende Brücken (vergl. oben). Der unregelmäfsige Verlauf der Bündel zeigt sich auch auf dem medianen Längsschnitte, wo man niemals die Bündel auf längere Strecken hin verfolgen kann (Fig. 2).

Die Gefäfsbündel zeigen ein sehr schön ausgebildetes Reihenkambium (*c*, Fig. 5 u. 6). Auch die innersten Schichten des Siebteils lassen die reihenförmige Anordnung der Zellen noch deutlich erkennen, so dafs man die Tochterzellen einer Kambiummutterzelle leicht feststellen kann. Zu äufserst sieht man die kleinen primären Siebbündel (*sb*, Fig. 5). Innerhalb des Kambiums folgen dann die im Querschnitt stark radialgestreckten Gefäfsteile der Bündel, die aus Gefäfsen, Holzparenchym und Libriform bestehen.

Die Gefäfse des gegen das Mark hin gelegenen primären Gefäfsteiles (*pglh*, Fig. 5) sind schmal und eng, die des sekundären weit (*gf*, Fig. 5). Sie sind reich getüpfelt und be-

sitzen nur kurze Glieder (Fig. 6, *gf*). Ihr Längsverlauf ist, entsprechend dem allgemeinen Verlaufe der Bündel, ein gekrümmter. Dort, wo Wurzeln liegen, sieht man das Wurzelbündel sich an ein Rhizombündel ansetzen (Fig. 3). Es entspringt oft im inneren Teile des letzteren und liegt im Markstrahl nach aufsen. In Längsansicht sichtbar werdende tracheale Elemente im Markstrahl (×, Fig. 5) gehören zu solchen Wurzelbündelstreifen.

Die Libriformfasern (*lf*, Fig. 5 u. 6), die meist zwischen dem primären und sekundären Gefäfsteil liegen, sind ziemlich stark verdickt und zeigen reichlich grofse linksschiefe Spaltentüpfel. Ihre Enden sind konisch zugeschärft (*lf*, Fig. 6).

Die Markstrahlen werden von radial gestreckten Parenchymzellen gebildet. Gegen aufsen werden sie oft durch interfaszikulares Kambium (*intc*, Fig. 5) abgeschlossen.

In Innern des Ganzen liegt ein grofses Mark

Das ganze parenchymatische Gewebe von Rinde, Gefäfsteil, Markstrahlen und Mark ist dicht erfüllt mit kleinen Stärkekörnern, die rundlich und einfach zu sein pflegen. Doch kommen auch zusammengesetzte vor. Die gröfsten sind fast genau rund. Der Durchmesser der Stärkekörnchen beträgt 3—11 mik, einige erreichen eine Gröfse von 15—19 mik.

Die dem Rhizom rings ansitzenden Wurzeln besitzen einen Durchmesser von ca. 2 mm. Die zartesten lassen erkennen, dafs der primäre Bau diarch, triarch oder tetrarch ist. Aber auch bei den dicksten Wurzeln ist der primäre Bau nicht so verwischt, dafs man ihn nicht noch wahrnehmen kann. Hydrastis gehört nämlich zu denjenigen Pflanzen, deren Wurzeln die primäre Rinde nicht abwerfen, sondern dauernd damit bedeckt bleiben (Fig. 8). Man kann daher auch bei alten Wurzeln noch sowohl die Endodermis (*end*, Fig. 8), wie das Perikambium (*pc*, Fig. 8) deutlich erkennen. Die in Fig. 8 dargestellte Wurzel zeigt einen tetrarchen Bau des centralen Bündelstammes. Die vier primären Gefäfsteile (*pgth*) sind ebenso wie die vier primären Siebteile (*psb*) noch wohl zu erkennen. Die äufsersten Gefäfse der primären Gefäfsteile liegen unmittelbar dem Perikambium an. Bei der in Fig. 8 dargestellten Wurzel ist aber bereits zwischen den primären Gefäfsteilen Sekundärkambium entstanden und hat nach aufsen hin den Siebteil vermehrt und nach innen hin sekundären Gefäfsteil (*sgth*) gebildet. In der Mitte ist Mark entstanden. Bei den zartesten Wurzeln findet man in den innersten, besonders grofszelligen Zellschichten der primären Rinde eine endotrophische Mycorhiza (Angew. Pflanzenanatomie S. 312).

Da die primäre Rinde nicht abgeworfen wird, so findet man auf der Epidermis auch alter Wurzeln noch häufig Wurzelhaare (*wh*, Fig. 8).

In der Rhizoma hydrastidis ist Berberin, Hydrastin und neben diesen Canadin enthalten, drei Alkaloide. Das Berberin bedingt die gelbe Farbe des Rhizoms.

Schnitte der Droge werden mit Salpetersäure und Schwefelsäure gelb und lassen, mit Chromatschwefelsäure behandelt, rote Streifen abfliefsen (Hydrastin), mit Ammonmolybdat (und Schwefelsäure) werden sie schmutziggrün, dann intensiv blau (Hydrastin), mit Wismutnitrat-Schwefelsäure behandelt fliefsen orangegelbe, mit Natriumnitrat-Schwefelsäure gelbbraune, mit chromsaurem Kali und Schwefelsäure olivengrüne Streifen ab. Bei Behandeln mit Bromwasser und Chlorwasser bilden sich rote Zonen (Berberin). Da Hydrastin in Chloroform löslich, Berberin darin unlöslich ist, so kann man die beiden Alkaloide auch in der Weise nachweisen, dafs man einige (2—3) Querschnitte auf dem ausgehöhlten Objektträger zuerst mit Chloroform auszieht und das abfliefsende Chloroform auf einem zweiten ausgehöhlten Objektträger eindunsten läfst (Hydrastin), dann die mit Chloroform extrahierten Schnitte mit einigen Tropfen Wasser auszieht und den Auszug ebenfalls eindunsten läfst (Berberin). Der farblose Chloroformrückstand (Hydrastin) wird mit Schwefelsäure und Salpetersäure gelb, mit Chromatschwefelsäure bleibend rot bis braunrot, mit Ammonmolybdat-Schwefelsäure schmutziggrün, dann intensiv blau, mit Wismutnitrat und Schwefelsäure gelb, Bromwasser färbt gelblich, Chlorwasser läfst farblos. Der gelbe Wasserrückstand (Berberin) wird mit Chromatschwefelsäure braun, mit Salpetersäure gelbrot, mit Wismutnitrat und Schwefelsäure violett bis braun, Bromwasser und Chlorwasser färben blutrot. Bei den Reaktionen mit Brom- und Chlorwasser mufs zuvor Schwefelsäure zugesetzt werden.

Das Pulver.

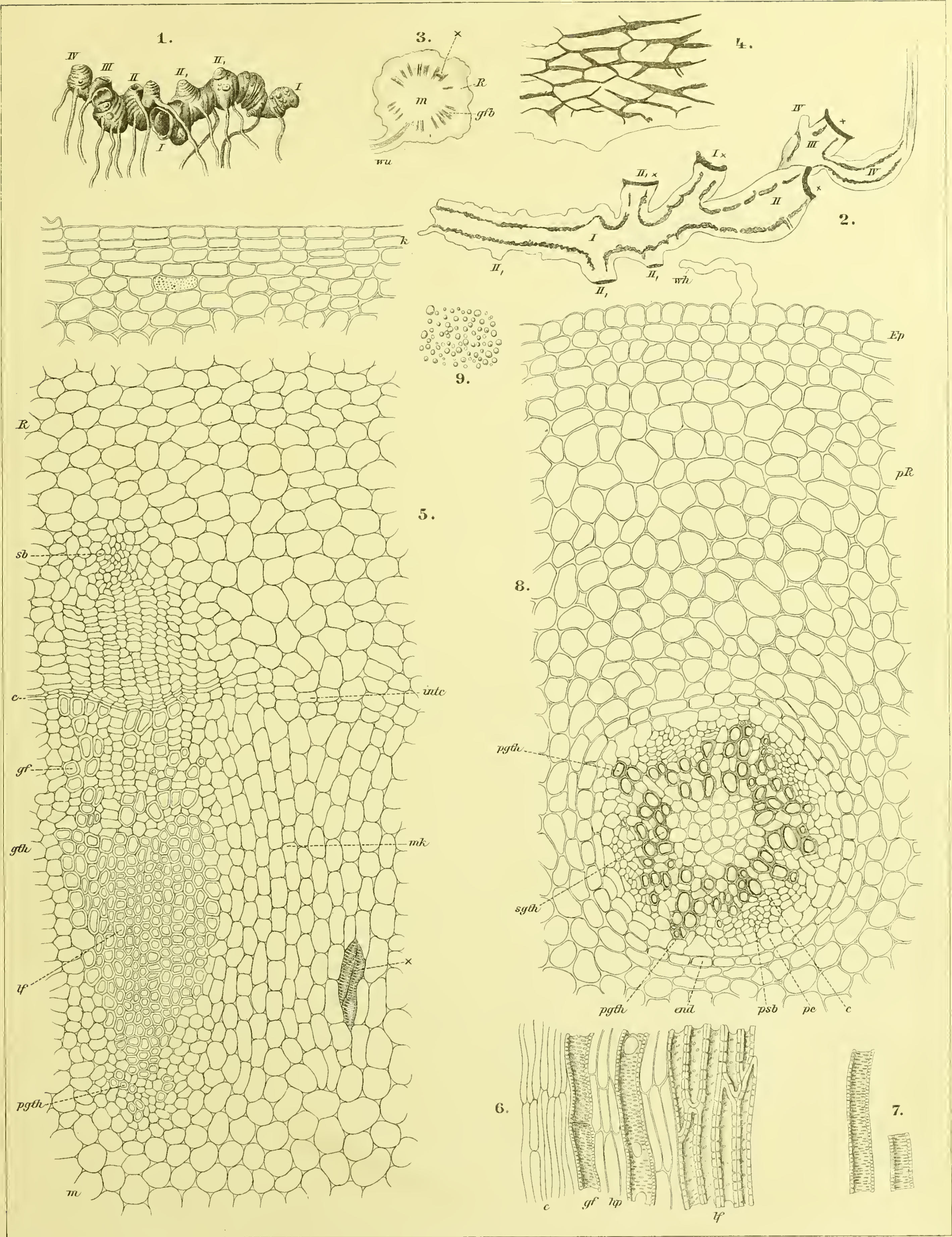
Im Pulver des Hydrastisrhizomes, das eine graugelbe Farbe besitzt, findet man in erster Linie Parenchymfetzen, deren Zellen oft noch mit Stärke erfüllt sind. Auch freiliegende Stärkekörner sind häufig. Im Chloralpräparat sieht man dann vorwiegend Reste des Gefäfsteils, besonders Fragmente der Gefäfse und daneben solche des Libriform, auch Reste des Korkes sind sichtbar. Die Mehrzahl der Gefäfse und alle weiteren zeigen getüpfelte Wände, nur die engen primären in Rhizom und Wurzel sind Spiralgefäfse.

Tafel 64.

Erklärung der Abbildungen.

(*Hydrastis canadensis L.*)

Fig. 1. Rhizom von Hydrastis canadensis, aus der Droge ausgelesen.
„ 2. Medianer Längsschnitt durch ein Rhizom der Droge. Die Sprofsfolge ist mit römischen Ziffern, ebenso wie in Fig. 1, bezeichnet.
„ 3. Querschnitt durch das Rhizom. Lupenbild.
„ 4. Tangentialer Längsschnitt durch die Gefäfsbündelregion, um die Bündelanastomosen zu zeigen.
Fig. 5. Querschnitt durch die Randschicht (oben) und die Gefäfsbündelzone (unten) des Rhizoms.
„ 6. Radialer Längsschnitt durch den Gefäfsteil eines Rhizombündels am Kambium.
„ 7. Isolierte Gefäfse der Wurzel.
„ 8. Querschnitt durch eine dickere Wurzel.
„ 9. Stärkekörner des Rhizoms.


1.
IV
III
II
II,
II,
I
I
3.
×
R
m
gfb
wu
4.
2.
IV
III
IV
I×
II,×
II
I
II,
II,
II,
wh
k
9.
R
5.
sb
c
intc
gf
gth
mk
lf
×
pgth
m
Ep
pR
8.
pgth
sgth
pgth
end
psb
pc
c
6.
c
gf
lp
lf
7.

Herb. Stramonii.

Fol. stramonii, Stechapfelblätter, Feuilles de stramoine, Stramonium leaves, Thornapple-leaves, Jimpson Weed.

Von Datura Stramonium L. sind sowohl die beblätterten Sprosse, wie auch die Samen in arzneilicher Anwendung.

Die blütentragenden Pflanzen zeigen folgenden morphologischen Aufbau.*) (Fig. 1[a].) Auf die Keimblätter folgt zunächst an dem geraden, krautigen, stielrunden, meist kahlen und hohlen Stengel ein System spiralig gestellter Blätter. Diese Laubblätter bringen bis auf die zwei obersten nur kleine Achselknospen hervor. Aus der Achsel dieser obersten Blätter aber treten kräftige Seitenachsen hervor, die die Fortsetzung des Sprofssystems übernehmen. Der Hauptsprofs (*I*) endigt hier in einer Blüte. Scheinbar auf gleicher Höhe mit derselben steht ein Laubblatt (*b*) und zwei Seitensprosse (*II*), so dafs vier Organe einen Quirl bilden würden: eine Blüte, ein Laubblatt und zwei extraaxilläre Seitenachsen. Dies ist aber thatsächlich nicht der Fall, sondern das Laubblatt ist von dem tiefer liegenden Knoten hinaufgewachsen, gehört also morphologisch gar nicht an die Stelle wo wir es finden und die beiden Seitenachsen stehen in der Achsel von Blättern (α und β), die ebenfalls um ein Internodium hinaufgeschoben sind und die wir also am nächsthöheren Knoten suchen müssen. Man kann sagen, die Seitenachsen haben ihre eigenen Deckblätter mit in die Höhe geschoben. Thatsächlich liegen also die Verhältnisse so, dafs an der Stelle, wo wir die genannten vier Organe finden, eigentlich fünf liegen: die den Hauptsprofs abschliefsende Gipfelblüte, unter derselben zwei Blätter und in den Achseln derselben je ein den Hauptsprofs übergipfelnder Seitensprofs. Das Laubblatt des „Scheinquirls" ist das Deckblatt der Gipfelblüte. Dies Spiel wiederholt sich nun an jeder der Seitenachsen. Der viergliedrige Scheinquirl, den wir am nächsthöheren Knoten finden, ist daher wieder in der gleichen Weise wie oben zu interpretieren: das dort stehende Laubblatt α oder β gehört eine Etage tiefer u. s. f. Die Folge dieser merkwürdigen Verzweigungsart ist: dichotome oder trichotome Verzweigung der relativen Hauptachse, scheinbar extraaxillär entspringende Seitenachsen und in den Dichotomien — in der „Gabel" — stehende Blüten. Dafs das Blatt, welches der Blüte gegenüber in der Gabel steht, thatsächlich mit seinem Blattstiel von der nächst tieferen Etage heraufgerückt und in seinem Blattstiele mit dem Sprosse verwachsen ist, zeigt die anatomische Untersuchung der darunter liegenden Sprofspartie. Man sieht im Bündelkreise deutlich, wo der Blattstiel mit dem Sprosse verwachsen ist.

*) An dieser Stelle sei ein Versehen berichtigt, welches sich in die Tafel 39 eingeschlichen hat. Wie im Text richtig ausgeführt wird, ist die Infloreszenz von Hyoscyamus niger ein Wickel. In der dazu gehörenden Fig. 1[a] ist aber durch ein Versehen eine Schraubel dargestellt.

Die beiden Seitensprosse entwickeln sich nun entweder gleichmäfsig (Fig. 1[a]) oder — und dies pflegt besonders nach oben hin der gewöhnliche Fall zu sein — der eine ist gegenüber dem anderen gefördert. Im letzteren Falle wird die Differenz in der Gröfse schliefslich so grofs, dafs die Knospe des zurückbleibenden Seitensprosses sich gar nicht entfaltet, aus ihr eine Seitenachse nicht entsteht, also auch das Deckblatt nicht von seinem ursprünglichen Platze emporgehoben werden kann, sondern stehen bleibt und mit dem emporgehobenen Deckblatt des nächst niederen Internodiums gepaart erscheint (Folia geminata). Ist die einseitige Förderung der oberen Sprofsglieder eine regelmäfsige und alternierende, so entsteht eine wickelige Infloreszenz. Bei den letzten obersten Gliedern der Infloreszenz wird dann schliefslich auch der geförderte Sprofs nur noch wenig gestreckt oder bleibt schliefslich ganz kurz. Dann sitzen zwar scheinbar drei Blätter an einer Stelle (Folia trigeminata): das Deckblatt der Endblüte, das Deckblatt des sogenannten geförderten und das des nicht geförderten Seitensprosses.

Die wenig behaarten, krautigen, aufserordentlich rasch welkenden Blätter sind relativ lang gestielt. Der runde, oben gefurchte Blattstiel wird bisweilen 6 cm lang, sein Durchmesser beträgt 1—3 mm. Die Lamina ist 4—20 cm lang und unten 3—15 cm breit. Die unteren Blätter sind oblong-eirund, am Grunde keilförmig, oben spitz, die oberen breiteiförmig, im unteren Viertel am breitesten. Der Rand ist ungleich buchtig gezähnt.

Der Querdurchmesser der Blätter ist gering. Er beträgt circa 0,225 mm. Das Mesophyll besitzt den typischen Bau bifacialer Blätter. Eine Schicht von langen, schmalen Palissaden, deren Höhe oft die Hälfte des Blattquerschnittes übertrifft, liegt auf der Oberseite, ein reichdurchlüftetes Merenchym

auf der Unterseite. Die Sammelzellen (*sz*, Fig. 1), die unmittelbar an die Palissadenschicht grenzen und von denen oft jede ein Bündel Palissadenzellen trägt, führen sehr oft einen grofsen, sternförmigen Oxalatkristall (*kr*, Fig. 1). Dies giebt dem Querschnittsbilde den Charakter. Die kristallführende Schicht halbiert das Blatt. Das Vorkommen der Drusen gerade in den Sammelzellen deutet darauf, dafs hier die als Abfallprodukt aus den assimilierenden Palissaden abströmende Oxalsäure auf die zuströmenden Kalksalze stöfst.

Die Epidermis der Blattoberseite (*Epo*, Fig. 1) besteht aus etwas tangential gestreckten Zellen, die, von der Fläche betrachtet (Fig. 2), nur verhältnismäfsig wenig wellig verbogen sind. Da und dort sitzt ein vereinzeltes grofses, langes, aus einer Reihe von Zellen bestehendes Haar der Epidermis auf, dessen Kuticula zahlreiche kleine Wärzchen besitzt (*t*, Fig. 2). Über den Nerven sind die Epidermiszellen gestreckt und hier ist die Behaarung reichlicher (Fig. 3). Es finden sich daselbst sowohl lange, einreihige Haare (*t*, Fig. 3), als auch Köpfchenhaare mit oft ziemlich langem Stiel (*t,*, Fig. 3). Einige derselben verhalten sich wie sezernierende Trichome, bilden also eine Gruppe von meist acht sezernierenden Gipfelzellen aus (*t,,*, Fig. 3). Diese letzteren Trichome sind es, die das Blatt klebrig machen. Auch Spaltöffnungen finden sich auf der Blattoberseite in ziemlicher Zahl (*st*, Fig. 2).

Die Epidermis der Blattunterseite besteht aus Zellen, die etwas niedriger sind als die der Oberseite. Von der Fläche betrachtet, zeigen sie starke wellige Verbiegungen der Seitenwände (Fig. 4). Spaltöffnungen (*st*) sind in grofser Zahl vorhanden. Die Zahl der Nebenzellen der Spaltöffnungen beträgt auf der Blattoberseite 3, auf der Blattunterseite 3—5. Die Haare sind dieselben wie auf der Oberseite, doch sind sie weniger zahlreich. Die Köpfchendrüsen (*t*, Fig. 4) prävalieren, die Reihenhaare sind kurz.

Die grofse Zahl der Spaltöffnungen und das Vorkommen derselben auch auf der Oberseite, sowie die Thatsache, dafs die Stomata oft über die Fläche der Epidermis emporgehoben sind (Fig. 1, *st*), erklärt das rasche Welken der Blätter.

Die Blattnerven sind ihrer Mehrzahl nach zart und in das Blattgewebe derartig eingebettet, dafs sie äufserlich kaum hervortreten. Nur die primären, sekundären und tertiären Nerven treten heraus und erscheinen besonders auf der Unterseite als kräftige Rippen, am kräftigsten natürlich der Mittelnerv. Er und die sekundären Nerven, die sich in spitzem Winkel (35—40^0) an den Hauptnerven ansetzen, treten auch auf der Oberseite der Blätter als schwache Rippen hervor.

Der Hauptnerv ist im Querschnitte ziemlich dick (Fig. 1). Das central gelegene bikollaterale Nervenbündel ist halbmondförmig gebogen. Der centrale Gefäfsteil (*gth*, Fig. 1) zeigt nur undeutlich strahligen Bau, die Gefäfse liegen zerstreut, die Markstrahlen sind undeutlich. Siebteil findet sich sowohl auf der der Blattoberseite entsprechenden Bündelseite (*sb,*), wie auf der der Blattunterseite entsprechenden (*sb,,*): der typische Fall bei den Solanaceen. Sowohl auf der Blattoberseite wie auf der Blattunterseite findet sich subepidermales Kollenchym (*col*, Fig. 1). Das parenchymatische Nervengewebe ist grofszellig und führt da und dort Oxalatsandzellen und einzelne Oxalatprismen. Da diese beiden Formen des Vorkommens von Oxalat bei Datura auf die Nerven beschränkt zu sein pflegen, in den Facetten aber regelmäfsig Drusen vorkommen (siehe oben), so wird durch das andersgestaltete Oxalat der Nerven die diagnostische Bedeutung der Drusen (vergl. S. 168) nicht tangiert.

Sowohl auf der Oberseite wie auf der Unterseite zeigt die Kuticula der Epidermiszellen über den Hauptnerven feinwarzige Höckerchen, ähnlich denen der Reihenhaare (siehe oben und Fig. 2), die besonders reichlich auf der Oberseite der Epidermis des Hauptnerven ansitzen.

Die Blattzähne zeigen einen charakterischen Bau. Jeder Zahn läuft in eine feine, ziemlich scharf abgesetzte kegelförmige Spitze aus. Gegen diese hin läuft meist ein Sekundärnerv oder bei den kleineren Zähnen der Blattbasis der Ast eines solchen. Unmittelbar unter der kegelförmigen Zahnspitze vereinigt sich der Sekundärnerv mit dem Randnerven und in die Spitze tritt ein lockeres pinselartiges Bündel zarter Tracheen.

Der Blattstiel zeigt fast ganz den Bau der Hauptnerven der Blätter, dessen direkte Fortsetzung er ja ist, besonders einen im Querschnitt halbmondförmigen Bündelstamm. Auf der Oberseite liegt eine flache, haarreiche Rinne, ringsum läuft Kollenchym.

Auch die Internodien der Seitensprosse zeigen einen ringsum laufenden subepidermalen Kollenchymcylinder. Am Gefäfsbündelkreise ist die Verwachsung von Internodium und Blattstiel (siehe oben) noch undeutlich sichtbar. Die Blattstielbündel bilden einen flachen, die Internodienbündel einen halbkreisförmigen Bogen. Die Bündel sind natürlich wie im Blattstiel und den Blattnerven bikollateral.

Das Kollenchym in Blattstiel und Internodium von Datura eignet sich sehr gut zur Demonstration dieses Gewebes im Praktikum.

Sem. Stramonii.

Die Frucht von Datura Stramonium L. ist eine Kapsel. Sie entwickelt sich aus einem Fruchtknoten, der aus zwei Karpellen besteht und im Innern der Blüte versteckt ist.

Die gestielte Blüte besitzt einen gamosepalen, 3—5 cm langen, im Querschnitt fünfkantigen (weil aus fünf Sepalis gebildeten) Kelch, der in der basalen, aufgeblasenen Partie eine Trennungslinie zeigt. Hier, wo das derbere untere Gewebe an das lockere obere angrenzt, reifst nach dem Abblühen der Blüte der Kelch entzwei, das gröfsere obere Ende desselben wird mit der Blumenkrone zusammen abgeworfen, der basale Teil bleibt erhalten, wird zurückgeschlagen und behüllt die Frucht dauernd. Die 6—8 cm lange weifse gamopetale Corolle ist trichterförmig und besitzt fünf zugespitzte, dreiseitige Zipfel.

Die fünf in der Röhre, dort wo sich diese verengert, inserierten Stamina haben ziemlich lange Filamente.

Der Fruchtknoten ist kegelförmig, etwa 5 cm lang und mit vier Phalangen dicker, kurzer, weicher Stacheln besetzt. Durchschneidet man ihn im oberen Teile, so erscheint er zweifächerig, durchschneidet man ihn im mittleren und unteren Teile, so sieht man vier Fächer. Es kommt dies daher, dafs sich im mittleren und basalen Teile eine falsche Scheidewand zwischen die Placenten einschiebt. In der Blüte steht der Fruchtknoten nicht median quer, sondern schief (Fig. 5[a]). Dadurch wird die sonst aktinomorphe Blüte schrägzygomorph. Die zahlreichen anatropen Ovula sitzen im oberen Teil zwei scheidewandständigen Placenten an, im mittleren und unteren finden sich vier Placenten. Im Querschnitt sind dieselben halbkugelig-herzförmig, mit schmaler Leiste der Scheidewand angeheftet (Fig. 9). Diese Verhältnisse sind auch an der reifen Frucht noch wahrzunehmen (Fig. 5). Der gerade fadenförmige Griffel ist an der Spitze verbreitert, zweilappig. Die Narbenpapillen an den Rändern herablaufend.

Der anatomische Bau der Fruchtknotenwand ist einfach. In dem parenchymatischen Grundgewebe liegen die zarten Bündel. Das Gewebe stülpt sich da und dort in zunächst rein parenchymatische Emergenzen aus, die später zu Stacheln werden.

Die Frucht ist eine circa 5 cm lange, aufsen mit langen Stacheln besetzte Kapsel, im Querschnitt abgerundet vierseitig, mit vier Längsfurchen, die den Aufspringungslinien entsprechen. Sie springt vierklappig auf. Die vier Klappen lösen sich ab und lassen die samenbesetzten Placenten und Scheidewände als mittlere kegelige Säule frei hervortreten. An der Basis der Frucht sitzt der bleibende zurückgeschlagene Kelchrest.

Der Bau der Fruchtwand ist einfach. Das aufserordentlich reich durchlüftete Grundgewebe wird von einem reichverzweigten Systeme von Gefäfsbündeln durchzogen. Die Epidermis ist mit zahlreichen, relativ kurzen und oft gebogenen Reihenhaaren mit warziger Kuticula und mit Köpfchenhaaren besetzt. Die zahlreichen Stacheln sind typische Emergenzen, die ihre Steifheit daher haben, dafs rings um ein lückiges Centralparenchym ein Kranz derber Bastzellbündel liegt, die sich an Bündelstämme der inneren Fruchtschale ansetzen. Gefäfsbündel fehlen den Stacheln.

Die Samen sind circa 3—4 mm lang, zusammengedrückt, nierenförmig, aufsen grubig-punktiert (Fig. 6), fast schwarz, matt, am Nabel heller. Durchschneidet man sie der Länge (Fig. 7), so sieht man, dafs der stark gekrümmte Keimling fast randständig ist. Dafs reichlich Nährgewebe vorhanden ist, zeigt ein Querschnitt (Fig. 8). In einer Frucht liegen oft mehrere hundert Samen. Ein alkoholischer Auszug der Samen fluoresziert stark.

Die Ovula sind anatrop (Fig. 10) und besitzen nur ein Integument. Wenigstens sind ganz junge Samenknospen anatrop. Kurz vor der Befruchtung wird dann das Ovulum durch Streckung des unteren Teiles amphitrop und der Nucellus zeigt nun eine schwache Krümmung. Das Integument schliefst anfangs nicht über dem Nucellus zusammen (Fig. 10). Später streckt sich die Spitze desselben, die Seiten schliefsen zusammen und es entsteht ein feiner Mikropylarkanal (Fig. 11 u. 12). Das Integument ist etwa neun Zellreihen dick (*Int*, Fig. 13). Der Nucellus ist mit einer Zellschicht (*Nuc*, Fig. 13) ausgekleidet. Das Gewebe des Integumentes führt Stärke. Bei der weiteren Entwickelung der Samenanlage wird das Integument zunächst dicker, wächst auf 15—18 Zellreihen heran und seine Epidermis gliedert sich scharf gegen das innere Gewebe ab. Gleichzeitig verdicken die sich vergröfsernden Epidermiszellen ihre Aufsenwand. Ein noch älteres Stadium (Fig. 14) zeigt eine noch weiter vorgeschrittene Entwickelung in der gleichen Richtung. Das Integumentargewebe ist durch reichliche Teilungen, besonders in den inneren Schichten, auf 20—25 Zellschichten herangewachsen, die sämtlich reichlich transitorische Stärke führen. Die Aufsenwand der nunmehr bereits stark vergröfserten Epidermiszellen zeigt bereits eine ziemlich erhebliche Verdickung (Fig. 14, 1). Nun hat das Integumentargewebe den Höhepunkt seiner Entwickelung erreicht. Während die in ihm aufgehäufte Stärke allmählich sich löst und die Baustoffe für die weitere Entwickelung der Epidermiszellen liefert, fallen die Zellen zunächst der Obliteration, dann von Innen her auch partieller Resorption anheim. Das heranwachsende Endosperm übt einen Druck nach aufsen hin aus und prefst die schliefslich ganz entleerte „Nährschicht" (denn als solche fungiert das Integumentargewebe mit Ausnahme der Epidermis) zusammen. Im reifen Samen findet man nur wenige Schichten wohl erhaltenen Parenchyms (Fig. 27, 2) unter der Epidermis, die ganze innere Partie (Fig. 27, 3) ist obliteriert und partiell resorbiert.

In dem Integumentargewebe ist deshalb so reichlich Stärke aufgespeichert, weil die Verdickung der Epidermiszellen (Fig. 27, 1) eine sehr starke wird und viel Baumaterial braucht.

Die Entwickelung dieser für den Stramoniumsamen sehr charakteristischen Epidermis ist eigenartig. Bereits in einem verhältnismäfsig frühem Stadium hebt sich die Epidermis des Integumentes scharf gegen das darunter liegende Gewebe ab (Fig. 14, 1): ihre Zellen sind grofs und radial gestreckt und aufsen stark verdickt. Die Aufsenwand zeigt eine Differenzierung in eine äufsere Schicht, die den Charakter einer Schleimmembran besitzt (Fig. 14, *sl*) und eine innere derbere, die zapfenförmig nach innen vordringt (Fig. 14, *sc*). Betrachtet man die Epidermis von aufsen, so sieht man, dafs die Zellen nunmehr nicht mehr mit geraden Wänden aneinander stossen, sondern schwach wellige Verbiegungen zeigen (Fig. 15). Im weiteren Verlaufe der Entwickelung strecken sich die Epidermiszellen weiter in radialer Richtung. Diese Streckung ist bei den Zellen in der Nähe des Funiculus — am Hilum des Samen — besonders stark. Gleichzeitig verstärken sich die welligen Verbiegungen der Seitenwände so erheblich, dafs das Bild, welches man jetzt bei Tangentialschnitten erhält, der Fig. 16 entspricht. Quer durchschnitten bieten diese Zellen nun das in Fig. 22 dargestellte Bild. Es scheint, als ob hier kleine Zellen mit grofsen abwechselten. Thatsächlich hat man aber nur Abschnitte verschieden getroffener Zellen vor sich, wie leicht verständlich wird, wenn man sich denkt, dafs der Schnitt etwa in der Richtung *a*—*a* in Fig. 16 geführt wurde. Aber die Zellen sind nicht nur an ihren Seitenwänden gefaltet, sondern haben auch an der Aufsenwand eine eigentümliche Veränderung erfahren, die gewissermafsen auch eine Faltung, aber in vertikaler Richtung ist (Fig. 23), die sich mit einer verstärkten Horizontalfaltung der oberen Membranpartie kombiniert. Es sieht aus als ob zahlreiche Zapfen in die nunmehr stark verdickte Schleimmembran (*sl*, Fig. 23) hineinragten. Von der Fläche betrachtet, müssen diese Zapfen wie breite „Tüpfel" erscheinen (Fig. 17). Schon jetzt sind die Grenzen der Epidermiszellen, wie sie auf dem Querschnitte (Fig. 23) aus den oben angeführten Gründen nicht mehr festzustellen sind, auch auf dem Tangentialschnitte undeutlich, da die Faltungen der Zellen eben vielfach ineinandergreifen. In der That ist nicht mehr zu sagen, zu welchen der vier Zellen die Zapfen der Fig. 17 gehören. Nunmehr beginnen auch die Seitenwände sich zu verdicken und zwar mit Netzleisten (Fig. 23 u. 24). Wiederum ist die horizontale Faltung der Zelle der Grund, warum man an Querschnitten immer nur einen Streifen der Wand mit den Netzleisten sieht. Man braucht sich immer nur gegenwärtig zu halten, dafs der Schnitt in der Richtung *a*—*a* (Fig. 16) geführt wurde, um sofort zu erkennen, dafs, je nachdem man eine Falte trifft oder nicht, man bald ein Stück Lumen, bald eine Membranpartie in der Fläche, bald eine solche radial-längsdurchschnitten sehen wird. Bei Fig. 24 (*W*) z. B. ist eine Zellgrenze getroffen. Die nach oben hin in die Schleimmembran sich vorwölbenden Zapfen zeigen oft deutliche Schichtung (Fig. 22), besonders nach Behandeln mit Schwefelsäure. Die untere, innere Membran der Zellen zeigt auch eine vertikale Faltung der Wände, aber in das Innere der Zelle hinein (Fig. 25 u. 26). Sekundäre Zapfen pflegen hier nicht in dem Mafse aufzutreten, wie an der Aufsenwand. Da diese es sind, die dort ganz besonders das Bild komplizieren, so ist dasselbe bei der Innenwand einfacher. Die Verdickung der Wand schreitet nun immer weiter fort, die anfangs (Fig. 23 u. 24) breiten Tüpfel werden immer enger (Fig. 25) und verschwinden endlich ganz (Fig. 26). Schliefslich verrät nur ein welliger Verlauf der Schichten (Fig. 26) und die Perlschnurform der trennenden Wand zweier Zellen, dafs ursprünglich breite Tüpfelflächen vorhanden waren. Das Lumen wird zu einer sanduhrförmigen Bildung verengt, da die Verdickung in mittlerer Höhe der Zellen am stärksten und in den Winkeln am geringsten ist (Fig. 26 u. 27). Es enthält einen braunen, feinkörnigen Inhalt. Gleichzeitig mit der fortschreitenden Verdickung der Seitenwände und der Innenzapfen erfolgt nun auch eine Verdickung in den durch mit verstärkter Horizontalfaltung kombinierter Vertikalfaltung entstandenen oberen Zapfen. Betrachtet man daher die Epidermis eines nicht ganz reifen Samens von aufsen, so erhält man ein Bild wie Fig. 18. Hier scheinen die mittleren und unteren Konturen der Zellen durch, aber trotzdem ist nicht festzustellen, zu welcher der beiden benachbarten Zellen die (hier querdurchschnittenen) Zapfen gehören, denn die Zellen verzahnen sich mit diesen Zapfen so innig, dafs die Grenze der einzelnen Zelle in ihrem oberen Teile völlig verwischt ist. Welche Zapfen zu einer Zelle gehören, kann man nur feststellen, wenn man die Zellen durch Schultze'sche Maceration isoliert. Fig. 19 zeigt eine solche isolierte Epidermiszelle von aufsen, Fig. 20 in der Seitenansicht. Aus Fig. 20 ist zugleich ersichtlich, dafs die Zapfen in erster Linie einer verstärkten Horizontalfaltung der oberen Membranpartie ihre Entstehung verdanken. Beim ganz reifen Samen ist die Verdickung, besonders auch der Innenwand, noch weiter vorgeschritten (Fig. 27, 1). Da die Zapfen gewissermafsen nur eine ringsumlaufende kranzartige (Fig. 19), obere (Fig. 20) Bekrönung der Zellen bilden, so wird man sie auf medianen Querschnitten nicht immer finden und dies ist in der That der Fall (Fig. 27). Beim reifen Samen ist die Schleimschicht der Epidermiszellaufsenwand ziemlich dick (*sl*, Fig. 27). Die Epidermiszellen enthalten dann einen braunen Inhalt. Dieser bedingt, kombiniert mit einer Braunfärbung der verdickten Seiten- und Innenwände, die dunkle Farbe des Samen.

Auch dieser Fall zeigt wieder, dafs wir zu einem richtigen Verständnis fertiger Zustände nur durch die Entwickelungsgeschichte gelangen können.

Der innersten Schicht der beim reifen Samen leeren Nährschicht liegt eine einfache Zellreihe an. Es ist dies der Nucellarrest (*Nuc*, Fig. 27), der von Anbeginn dort zu finden ist (Fig. 13 u. 14). Auf diesen folgt beim reifen Samen dann das ziemlich mächtige Endosperm (*End*, Fig. 7 u. 8), in welches der stark gekrümmte Keimling eingebettet ist (*Em*, Fig. 7 u. 8), der aus einer ziemlich langen Radicula und zwei Kotyledonen besteht (Fig. 7). Das Gewebe des Endosperms besteht aus ziemlich dickwandigen Zellen (*End*, Fig. 27), die, in Ölplasma eingebettet, reichlich Aleuronkörner (*al*, Fig. 27)

enthalten. Die innerste Schicht des Endosperms ist als Quellgewebe entwickelt (*Qu*, Fig. 27).

Die Aleuronkörner besitzen als Einschlüsse ein bis zwei Kristalloide und ein bis mehrere Globoide (Fig. 28). Betrachtet man sie in Alkohol, so erscheinen sie wulstig aufgetrieben und oft verbogen (Fig. 28, *a*), läfst man vorsichtig Wasser zutreten, so löst sich die Grundmasse, und Globoide und Kristalloide treten deutlicher hervor (Fig. 28, *b*). Bei Zutritt von Jodkalijod bleiben fast nur die Globoide übrig und man sieht nun, dafs dieselben sehr mannigfaltige Formen besitzen (Fig. 28, *c*). Meist sind es zu Perlschnüren aneinander gereihte Kügelchen. Die Gröfse der Aleuronkörner beträgt im Endosperm 5,5—11 mik, meist etwa 7 mik. In den äufseren Schichten des Endosperms und in den Kotyledonen und der Radicula sind sie kleiner, meist 3—6 mik.

Die Aleuronkörner sind selbst bei ganz alten vieljährigen Samen noch sehr empfindlich gegen Wasser. Da nun nach meinen Erfahrungen alle Samen, die ihre Keimfähigkeit verloren haben, gegen Wasser relativ resistente Aleuronkörner besitzen, die Aleuronkörner keimfähiger Samen dagegen sehr empfindlich gegen Wasser sind, so war vorauszusehen, dafs Datura Stramonium sehr lange seine Keimkraft behält und dies stimmt in der That mit den Erfahrungen. Einige Autoren behaupten, der Stechapfel keime noch nach 100 Jahren.

Das Pulver.

Das Pulver der Blätter ist besonders durch die mit Kuticularwarzen besetzten Haarfragmente charakterisiert. Auch bieten die Kristalle — soweit sie nicht zertrümmert sind — einen guten Anhaltspunkt. Bei den Spaltöffnungen ist zu berücksichtigen, dafs die der Oberseite drei, die der Unterseite drei bis fünf Nebenzellen besitzen. Ober- und Unterseite sind an der differenten Faltung der Epidermiszellen zu unterscheiden.

Tafel 65.

Erklärung der Abbildungen.

(Datura Stramonium L.)

Fig. 1a. Schema der Infloreszenz von Datura Stramonium (nach Eichler).

„ 1. Querschnitt durch die Mittelrippe des Blattes und das angrenzende Gewebe.

„ 2. Epidermis der Blattoberseite über einer Facette. (Flächenansicht.)

„ 3. Epidermis der Blattoberseite über einem Seitennerven. (Flächenansicht.)

„ 4. Epidermis der Blattunterseite.

„ 5a. Diagramm einer Blüte (nach Eichler).

„ 5. Aufgesprungene reife Frucht. Das gegen den Beschauer gerichtete Blatt ist zu $^2/_3$ abgetragen, so dafs die centrale Scheidewand- und Placentarsäule mit den Samen sichtbar wird. Vom oberen Teile der Placenta sind die Samen abgelöst. *w*, echte Scheidewand, *w*,, falsche Scheidewand. Es ist ersichtlich, dafs letztere nicht bis zur Spitze der Frucht reicht. Daher ist die Frucht oben zweifächerig, unten vierfächerig (Fig. 9).

„ 6. Ein Same von aufsen.

„ 7. Ein Same median längsdurchschnitten.

„ 8. Ein Same querdurchschnitten, in der Richtung *a—a*, Fig. 7.

„ 9. Fruchtknoten, im unteren Teile querdurchschnitten (nach Berg).

„ 10. Ein junges Ovulum, längsdurchschnitten.

„ 11. Ein junges Ovulum kurz vor der Befruchtung.

„ 12. Dasselbe zur Zeit der Befruchtung.

„ 13. Querschnitt durch das Integument und den Nucellus des in Fig. 11 dargestellten Ovulums.

„ 14. Querschnitt durch die gleichen Gewebe eines Ovulums nach der Befruchtung.

„ 15. Epidermiszellen des Integumentes eines älteren Ovulums von aufsen. (Flächenansicht.)

Fig. 16. Dasselbe in einem späteren Stadium der Entwickelung. Die wellige Verbiegung der oberen Zellpartie ist schärfer ausgeprägt als in Fig. 15.

„ 17. Dasselbe in einem noch späteren Stadium. Die Zapfenbildung im oberen Teile hat begonnen. Schon jetzt ist aber nicht mehr zu sagen, zu welcher der fünf benachbarten Zellen die Zapfen (*zpf*) gehören. Das Lumen der mittleren Zelle ist getönt.

„ 18. Die Samenschalepidermis eines nicht ganz reifen Samens. (Flächenschnitt.) *a* die durchscheinenden unteren Zellgrenzen.

„ 19. Eine durch Schultze'sche Maceration isolierte Epidermiszelle eines reifen Samens, von aufsen gesehen.

„ 20. Eine durch Maceration isolierte Epidermiszelle von der Seite.

„ 21. Isolierte Epidermiszelle eines halbreifen Samens von aufsen. Die Bildung der Zapfen aus den oberen Falten der Zelle ist noch deutlich.

„ 22—26. Succedane Entwickelungsstadien der Epidermiszellen der Samenschale. Querschnitt.

„ 22. Junges Stadium. Die Schicht *sc* der Fig. 14 u. 25 durch Schwefelsäure papillös geworden und dann geschichtet erscheinend.

„ 23. Etwas älteres Stadium (entsprechend Fig. 17). Netzleistenverdickung beginnt.

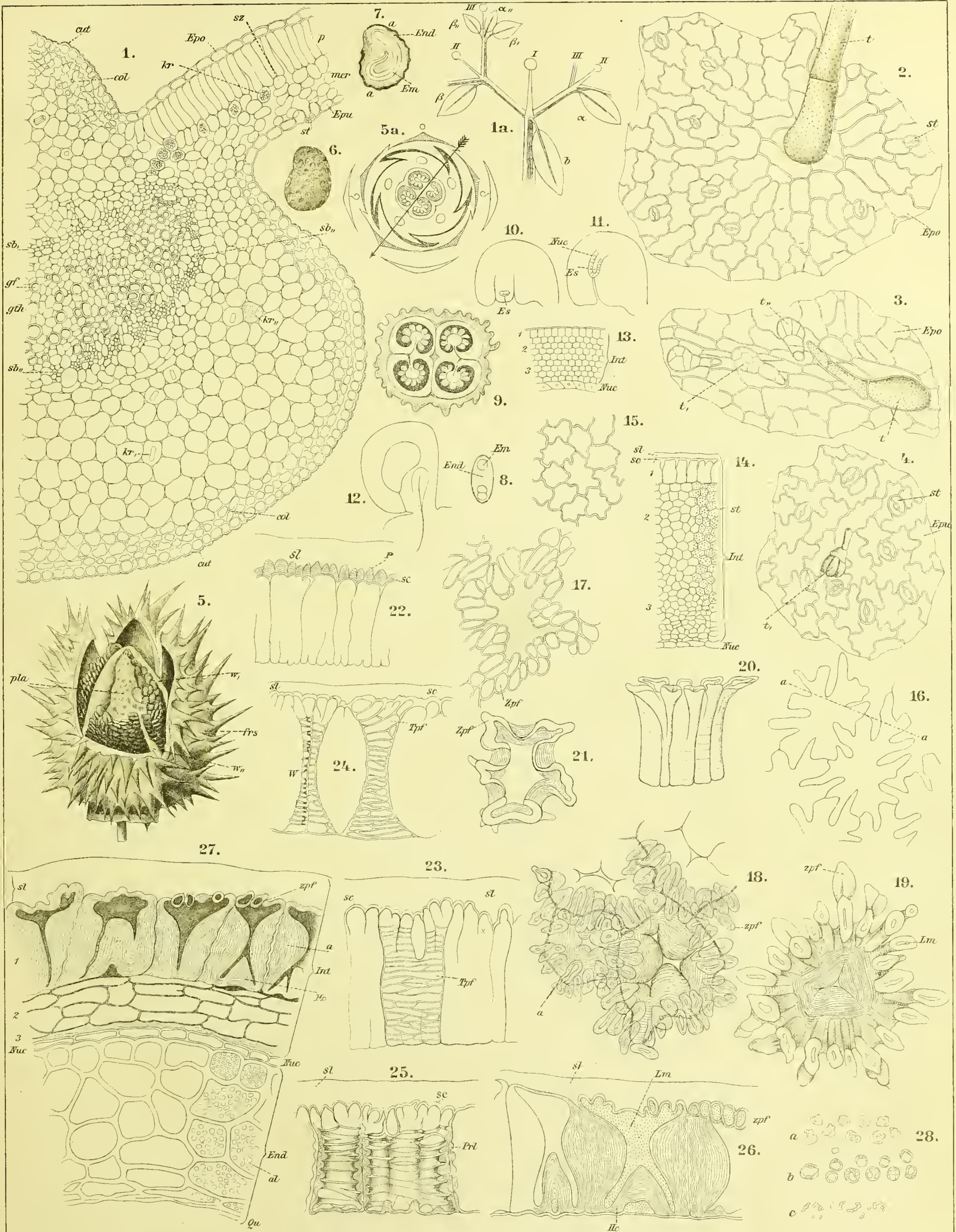
„ 24. Netzleistenverdickung fortgeschritten.

„ 25. Noch älteres Stadium, Leisten sehr breit. *Prl* perlschnurartige Verdickung der Seitenwände.

„ 26. Aus nahezu reifem Samen. Tüpfel verschwunden, durch starke Auflagerung neuer Schichten ausgeglichen.

„ 27. Querschnitt durch die Randpartie eines reifen Samens. *sl* in Fig. 14, 22—27 Schleimmembran. (Die Fig. 10—27 mit Benutzung Schlotterbeck'scher Zeichnungen.)

„ 28. Aleuronkörner. *a* in Alkohol, *b* in Wasser, *c* die Globoide isoliert.



Lith. Anst. v. C. Kirst, Leipzig.

Flor. lavendulae.

Lavendelblüten, Fleurs de lavande, Lavande femelle, Lavender flowers.

Die Flor. lavendulae sind die Blüten von Lavandula officinalis Chaix (Lavendula vera DC.), einem reich verästelten, meist einige Dezimeter hohen Strauche, der aber auch bisweilen höher wird. Die blütentragenden Zweige sind 20—40 cm lang, tragen am Grunde lineale Blätter in dekussierten Paaren, die ebenso wie die Zweige filzig behaart und an den Rändern zurückgerollt sind.

Die Inflorescenz ist eine unterbrochene Ähre. Jeder der 4—5 Partialinflorescenzen bildet einen Scheinquirl. Jeder Scheinquirl besteht aus zwei gegenüberstehenden cymösen Inflorescenzen, deren Achsen so stark verkürzt sind, dafs es auf den ersten Blick scheint, als entsprängen alle Blüten an einem Punkte. Es läfst sich aber leicht nachweisen, dafs dies nicht der Fall ist, sondern dafs wir eine Gipfelblüte unterscheiden können, unterhalb welcher entweder auf jeder Seite je eine Seitenblüte oder je eine kleine zweiblütige Cyma entspringt. Im einfachsten Falle haben wir also ein dreiblütiges Dichasium (Fig. 1, unten und 1a), im entwickeltsten ein fünfblütiges Dichasium (Fig. 1, oben und 1b) mit wickeligen Seitenachsen. Als seltenere Zwischenform figuriert ein vierblütiges Dichasium mit Gipfelblüte, an der einen Seite mit einer Blüte, an der anderen mit einem zweiblütigen Wickel, als extreme, besonders bei den gipfelständigen Partialinflorescenzen zu beobachtende Form eine sechs- oder gar siebenblütige Inflorescenz, wo einer oder beide der seitenständigen Wickel dreiblütig sind. Überhaupt herrscht die Tendenz vor, dafs die oberen Inflorescenzen blütenreicher, die unteren blütenärmer sind. Die untersten zeigen fast immer nur dreiblütige Partialinflorescenzen. Aber auch bei diesen sind die beiden übrigen Blüten wenigstens angedeutet. Ihre Deckblätter wenigstens findet man gewöhnlich leicht und bei mikroskopischer Betrachtung in der Achsel derselben auch eine kleine, nicht entwickelte Knospe (Fig. 1a). Die Aufblühfolge ist stets so geregelt, dafs die Gipfelblüte zuerst aufblüht, dann folgen die zwei nächst benachbarten, also morphologisch unteren, und dann die zwei äufsersten oberen Blüten.

Wenn die Mittelblüte (I) aufgeblüht ist, beginnen die Seitenblüten (II) sich erst zu öffnen und die letzten Blüten (III) sind noch im Knospenzustande (Fig. 1, oben). Die Seitenblüten erschliefsen sich daher erst dann völlig, wenn die Mittelblüte abgeblüht ist (Fig. 1, unten).

An den Knoten der Inflorescenzachsen stehen sich nun stets je zwei solcher Partialinflorescenzen gegenüber (Fig. 1, unten). Nach dem oben Gesagten finden wir also an den Knoten Scheinquirle, von im einfachsten Falle im ganzen sechs, im kompliziertesten von im ganzen 12—14 Blüten, erstere unten, letztere oben. Die Regel bilden sechs- und zehnblütige Scheinquirle. Im unteren Teile der Ähre stehen die Scheinquirle entfernt voneinander, im oberen, da dort die Internodien sehr kurz sind, gedrängt. Das, sowie die relative Reichblütigkeit der oberen Inflorescenzen bedingt das eigenartige Aussehn der Inflorescenz des Lavendel. Jede der Partialinflorescenzen ist von einem relativ grofsen Deckblatte behüllt (Fig. 1 u. 2, *D*), welches unten breit-eiförmig und am Grunde abgerundet, oben in eine feine lange Spitze ausgezogen ist. Diese Deckblätter sind meist trocken und bräunlich, besonders am Rande reich behaart und von einem Hauptnerven und mehreren Nebennerven durchzogen, die alle an der Basis entspringen. Die Deckblätter der einzelnen Blüten der Inflorescenz, die ganz versteckt liegen und erst nach Abpräparieren des Inflorescenzdeckblattes resp. bei mikroskopischer Untersuchung sichtbar werden, sind schmal, eilanzettlich-pfriemlich und etwa 1 mm lang.

Die Deckblätter der Partialinflorescenzen stehen in dekussierten Paaren, die aufeinander folgenden Paare alternieren also miteinander (Fig. 1).

Die Blüten sind zygomorph in Kelch und Corolle und proterandrisch. Die Antheren verstäuben also den reifen Pollen, bevor die Narbe bestäubungsreif, also empfängnisfähig geworden ist. Die Befruchtung bedarf also der Vermittelung der Insekten.

Der gamosepale, bläulich-graue Kelch ist röhrig, im mittleren Teile etwas erweitert, gestreift, meist von 11 bis 13 Nerven (Fig. 6 u. 8) durchzogen. Er ist 5—6 mm lang und am oberen Rande reichlich gekerbt. Er trägt ein dorsal gestelltes Läppchen (*Za*, Fig. 6), das dem einen hinteren Kelchblatte entspricht und die Zygomorphie des Kelches bedingt. Die übrigen vier Kelchblätter sind so völlig miteinander verwachsen, dafs man ihre Grenzen nicht erkennt. Doch sind, wenigstens bisweilen, am oberen Kelchrande aufser dem Läppchen vier Zähnchen zu bemerken, die, wie der Verlauf der Nerven lehrt, den vier Kelchblattspitzen entsprechen. In

besonders im oberen Teile, mit Härchen besetzt, die denen der Filamente gleichen (Fig. 19). Er führt zwei Bündelchen für je einen Narbenschenkel eines und ein grofses centrales leitendes Gewebe kollenchymatischer Zellen, in dessen verschleimten Membranen die Pollenschläuche herabwandern.

Die vier Klausen des Fruchtknotens enthalten je ein anatropes Ovulum. Der Discus ist parenchymatisch. An der Basis des Kelches liegt ein ringförmig umlaufender Streifen kurzer Sclereïden (bei ×, Fig. 7). Es ist dies die „Trennungslinie". Unterhalb dieses Streifens lösen sich die Blüten vom Stiel.

Die Droge besteht fast nur aus den blauen Kelchen, in denen noch bisweilen die stark geschrumpfte, bräunlich verfärbte Corolle sitzt. Letztere kann man um so eher entbehren, als sie arm an Öldrüsen ist.

Bei weitem das Charakteristischste des Lavendel sind die Haare, von denen sich nicht weniger als acht Formen finden:

1. Typische Etagen-Sternhaare *t,* mit und ohne blauen Zellsaft (an der Aufsenseite des Kelches an den Nerven [Fig. 9], an der Aufsenseite der Corolle [Fig. 15, 16, 17] mit Ausnahme der Basis der Röhre, am Rande der Deckblätter [Fig. 12]).
2. Lange einfache oder gegabelte Fadenhaare *t,,,,* (am oberen Rande des Kelches und dem obersten Teile der Innenseite desselben [Fig. 10]).
3. Kurze Kegelhaare *t,,* (am Filament [Fig. 19], am Griffel und auf den Deckblättern [Fig. 13, 14]).
4. Kleine einfache Köpfchenhaare *t,,,* (auf der Aufsenseite des Kelches in den Thälern [Fig. 9], an den Deckblättern [Fig. 12 u. 13]).
5. Lange Buckelhaare mit kegeliger Spitze t_V (stark gebuckelt, auf der Innenseite der Corolle, dort wo die Stamina inseriert sind [Fig. 16, t_V], schwach gebuckelt an den Antheren [Fig. 20]).
6. Buckelhaare mit sezernierendem Köpfchen *t* (im oberen Teile der Innenseite der Corolle [Fig. 16, 18]).
7. Öldrüsen des Labiatentypus *oed* (viele an der Aufsenseite des Kelches in den Thälern [Fig. 9 u. 11], wenige auf der Aufsenseite der oberen Corolle und den Deckblättern [Fig. 13, 14]).
8. Kurze Papillen (auf der Oberseite der Corollenlappen [Fig. 15, 16]).

Tafel 66.

Erklärung der Abbildungen.

(Lavendula officinalis Chaix.)

Fig. 1. Inflorescenz des Lavendel. Unten zwei dreiblütige, einander gegenüberstehende Partialinflorescenzen, zusammen einen Scheinquirl bildend, oben eine fünfblütige Partialinflorescenz, die Aufblühfolge zeigend. *D* Deckblatt der Partialinflorescenz.
„ 1a. Aufrifs einer dreiblütigen,
„ 1b. Aufrifs einer fünfblütigen Partialinflorescenz.
„ 2. Isolierte Blüte mit dem Deckblatte der Partialinflorescenz (mit Benutzung einer Bergschen Figur).
„ 3. Corolle in der Mitte der Unterlippe (*Ut*) aufgeschnitten und ausgebreitet. Bei × an der Insertionsstelle der Stamina langgestreckte gebuckelte Haare, bei *y* gebuckelte Haare mit Drüsenköpfchen. *Ob* Oberlippe.
„ 4. Staubfaden von vorn, die behaarte Anthere aufgesprungen.
„ 5. Staubfaden von hinten.
„ 6. Kelch in der gleichen Richtung wie die Corolle (zwischen den beiden vorderen, unteren Blättern) der Länge nach aufgeschlitzt, *Za* hinteres, oberes Kelchblatt, als Läppchen entwickelt.
„ 7. Längsschnitt durch Fruchtknoten und Kelch in der Mitte des Kelchläppchens (*Za*) geführt.
Fig. 8. Querschnitt durch den Kelch, die Basis der Kronenröhre und den Griffel, etwa wie bei *a—a*, Fig. 7, geführt (Lupenbild).
„ 9. Querschnitt durch eine Rippe und ein Thal des Kelches.
„ 10. Flächenschnitt durch die innere Epidermis des Kelches.
„ 11. Flächenschnitt durch die äufsere Epidermis des Kelches, in einem Thal.
„ 12. Querschnitt durch den Rand eines Deckblattes.
„ 13. Flächenschnitt durch die innere Epidermis eines Deckblattes (*D,* Fig. 1) an der Basis.
„ 14. Flächenschnitt durch die äufsere Epidermis eines Deckblattes.
„ 15. Querschnitt durch einen Zipfel der Corolle.
„ 16. Querschnitt durch die Corolle, etwa bei *y* (Fig. 3).
„ 17. Äufsere Epidermis des oberen Teiles der Corolle mit den Sternhaaren, Flächenansicht.
„ 18. Innere Epidermis der Corolle bei *y* (Fig. 3), Flächenansicht.
„ 19. Epidermis des Filamentes, Flächenansicht.
„ 20. Querschnitt durch die Wand der Anthere.
„ 21. Pollenkörner a) von oben, b) halb von oben, c) von der Seite.

1a. 1b. 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21.

Lith. Anst. v. C. Kir

Rhiz. rhei.

Rad. rhei, Chinesischer Rhabarber, Rhubarbe, Rhubarb.

Die sogenannte Rhabarberwurzel ist das Rhizom von mehreren Rheumarten, unter denen Rheum palmatum L. (und eine Varietät desselben, das β. tanguticum Maxim.) sich sicher befindet, zu denen aber wohl auch Rheum officinale Baill. (nebst Collinianum, das Baillon: Rheum hybridum L. var. collinianum genannt hat) und möglicherweise Rheum Franzenbachii Münt. gehört. Von Rheum palmatum L., Rh. palmatum L. β. tanguticum Maxim. (wohl kaum von ersterem verschieden) und Rh. officinale Baill. lag mir frisches Material vor, von Rh. palmatum β. tanguticum Wurzeln des Originalexemplars Przewalski-Maximowicz' aus dem botanischen Garten in St. Petersburg, von Rh. officinale das Rhizom des Originalexemplars Baillons aus dem botanischen Garten der École de médecine in Paris, von Rh. palmatum und officinale ferner Handelsmaterial aus Erfurt. Ausserdem ein sehr reiches Drogenmaterial aller Sorten des Handels.

Nur die Rhizome von Rh. palmatum zeigen die Farbe der Droge und durchschnitten und getrocknet ganz den charakteristischen Geruch, Rh. officinale ist selbst in älteren Stücken heller und riecht durchschnitten und getrocknet keineswegs genau wie Rhabarber, sondern mehr krautig. Ich betrachte es daher als ausgemacht, dafs wenigstens der beste chinesische Rhabarber des Handels von Rheum palmatum L. stammt, von welcher Pflanze er bereits von Linné abgeleitet wurde. Rh. officinale scheint übrigens dem Rh. palmatum sehr nahe zu stehen, einige betrachten es direkt als einen Bastard von Rh. palmatum und einer anderen Rheumart. Das erscheint nicht unmöglich, doch noch nicht genügend gestützt.

Schon sehr frühzeitig, einige Wochen nach Keimung der Samen, verdickt sich das Hypocotyl und die die unmittelbare Fortsetzung desselben nach unten bildende primäre Wurzel rübenartig und auch das an der Spitze des Hypocotyls gelegene kurze epicotyle Glied zeigt bereits Verdickung. Letzteres bleibt kurz und streckt sich wenig. Aus ihm entsteht hauptsächlich das spätere Rhizom. Frühzeitig stirbt die Hauptwurzel ab (×, Fig. 2) und an ihrer Stelle treten mehrere Nebenwurzeln (*wu*, Fig. 2) auf. Am Epicotyl entwickeln sich nun dicht übereinander und in spiraliger Anordnung die Blätter. Die Internodien bleiben sehr kurz, die Blattinsertionen liegen daher dicht übereinander (*Epic*, Fig. 2). Auch späterhin strecken sich die Internodien nicht erheblich. Das Rhizom zeigt daher eine sehr deutliche und dichte Ringelung (Fig. 2), die auch bei älteren, mehrjährigen Rhizomen noch sehr klar hervortritt (Fig. 1). An der Spitze liegt stets eine Terminalknospe (*kn*, in Fig. 1 u. 2), die im Frühjahr austreibt. Unterhalb derselben werden frühzeitig eine oder mehrere neue Knospen angelegt (×, Fig. 8) für das folgende Jahr. Fig. 1 stellt ein mehrjähriges Rhizom dar, das frisch ein Gewicht von circa 3000 g hatte. Die Terminalknospe ist deutlich. Die in den Achseln der Laubblätter entstandenen Knospen des letzten Jahres sind als mehr oder weniger grosse helle Vorwölbungen zu sehen ($kn_{,,}$, Fig. 1). Die Knospen früherer Jahre sind sehr stark gestreckt und zeigen stielartige Basen ($kn_{,,,}$, Fig. 1), die bereits auch ihrerseits Wurzeln entwickelt haben ($wu_{,}$, Fig. 1). In diesem Stadium lassen sich diese Knospen leicht von dem Hauptwurzelstocke abtrennen und sind im Stande sich selbständig weiter zu entwickeln — eine bequeme Art der Vermehrung der Pflanze, die auch in Asien geübt werden dürfte.

Sie lösen sich auch von selbst vom Hauptwurzelstock (dem Centralknollen) ab, wenn derselbe nach Abblühen der Pflanze abzusterben anfängt und diese Knospen zu Nebenwurzelstöcken (Nebenknollen) herangewachsen sind.

Die Laubblätter, die, wie bereits erwähnt, dicht übereinander entstehen, sterben gänzlich ab und lassen nur eine breite Narbe zurück. Nur an der Spitze des Rhizoms sieht man noch, da und dort wenigstens, die Reste der Scheiden der Blätter (*bl*, Fig. 1). Das in Fig. 1 dargestellte Exemplar ist etwa vier- bis fünfjährig, aber bereits schwammig. Es dürfte daraus hervorgehen, dafs die Rhabarberrhizome des Handels wahrscheinlich von etwa dreijährigen Pflanzen vor Eintritt in die Blüteperiode gesammelt werden. Diese Rhizome können natürlich sowohl blühreife Hauptwurzelstöcke wie blühreife Nebenwurzelstöcke sein.

Rheum palmatum weicht in der Rhizombildung nicht wesentlich von Rh. officinale ab.

Aus vergleichender Untersuchung der Rhizome in den verschiedenen Phasen der Entwickelung geht des ferneren hervor, dafs ganz junge ein- bis zweijährige Rhizome sehr reich an Stärke und arm an Emodin und Chrysophansäure

teil innen liegt (*sb* und *gth* in Fig. 7 u. 8), liegt bei ihnen der Siebteil innen und der Gefäfsteil aufsen. Während die normalen Längsbündel kollateral sind, sind die anormalen konzentrisch. Es kommt dies daher, dafs sie unter dem Vegetationspunkt in der Weise angelegt werden, dafs zunächst ein Siebteilstrang aus dem Prokambium entsteht, dieser sich mit einem Kambiumstreifen umgiebt und der letztere nun ganz in normaler Weise nach Innen hin Siebteilelemente, nach Aufsen Gefäfsteilelemente bildet. Da auch die Gefäfsteil und Siebteil durchschneidenden Mark- bezw. Rindenstrahlen normal angelegt werden, so entsteht ein Gebilde, das querdurchschnitten einen Stern bilden mufs. Da nun nur die Mark- bezw. Rindenstrahlen die Farbstoffe führen, so erscheinen die Bündel querdurchschnitten als braune Maserstrahlenkreise (*stk*, Fig. 4, 5 u. 6, *Mas*). Solche Querschnitte durch anormale, mit selbstständigem Dickenwachstum begabte Bündel findet man in sehr verschiedenen Schichten. Die anormalen Längsbündel werden auf einem Querschnitte durch das Rhizom im Querschnitte, also als Maserstrahlenkreise erscheinen (Fig. 3, 6 u. 7, III *Mas*), die äufseren anormalen Querbündel wird man in Querschnittsansicht bei einem tangentialen Flächenschnitte durch die Partie I oder II der Fig. 3 oder 7 erhalten (Fig. 5, *stk*) und die inneren anormalen Querbündel werden als Maserstrahlenkreise im inneren Teile eines medianen Längsschnittes durch das Rhizom erscheinen (*stk* in Fig. 4). Maserstrahlenkreise müssen daher bei der Droge sichtbar sein auf der Aufsenseite, auf der centralen Partie der Innenseite und auf dem Querschnitte. Dies ist in der That der Fall (vergl. Fig. 3, 4 u. 5). Andererseits wird man die anormalen Längsbündel in Längsansicht erhalten auf dem Längsschnitte durch das Rhizom (Fig. 8 und Fig. 4, III, *Mas*), die äufseren und die inneren anormalen Querbündel dagegen auf dem Querschnitte durch das Rhizom (*qs* und *z* Fig. 7).

So klar die Verhältnisse bei einem jungen Rhizom liegen, so sehr komplizieren sie sich und werden unübersichtlich, wenn das Rhizom älter wird. Ohne junge Stadien herbeizuziehen, läfst sich der Bau der Droge absolut nicht erklären. Diese Komplikation tritt besonders dadurch ein, dafs die anormalen, konzentrischen Bündel sogenannte offene sind. Ihr Kambium bleibt dauernd thätig und selbst in alten Rhizomen sind die Zellen desselben noch teilungsfähig. In der That vergröfsern sich die mitten im Gewebe liegenden Bündel fortdauernd und schieben das Grundparenchym bei Seite. Sie sind daher von einem Kranze obliterierter Zellen umgeben. Da nun diese Vergröfserung oft sehr erheblich ist, die Bündelstränge ohnedies nahe bei einander liegen, und die inneren Querbündel wegen der Kürze der Internodien dicht übereinander streichen, so ist die Folge davon, dafs bei älteren Rhizomen eine solche Fülle von Maserstrahlenkreisen auf Querschnitt und Innenseite durcheinander auftritt, dafs man die Zugehörigkeit derselben und ihre Beziehungen zu einander nicht mehr feststellen kann.

Je jünger ein Rhizomstück ist, um so klarer treten die Verhältnisse noch hervor. Am undeutlichsten sind sie bei ganz alten Rhizomen (Fig. 3), deutlicher schon sind sie bei der Mehrzahl der Drogenstücke (Fig. 6), die eine Dicke von etwa 2 cm besitzen, am deutlichsten an einjährigen Rhizomen (Fig. 7 u. 8), und zwar stimmen Rheum officinale, Rh. palmatum und Rh. Emodi im Bau des Rhizoms ganz überein. Auch die übrigen Rheumarten, die Rhabarber liefern, zeigen keine grofsen Abweichungen. Da die europäischen Rhabarber, soweit sie nicht aus Wurzeln bestehen, relativ junge Rhizome darstellen, kann man bei ihnen oft den Bautypus noch relativ am besten verfolgen (Fig. 15). Denn im grofsen und ganzen gleicht ihr Bau dem des chinesischen Rhabarber. Auch bei ihnen ist besonders das System der anormalen Längsbündel gut entwickelt und man sieht daher auf dem Querschnitte am inneren Rande der radialgestreiften Zone (I *Rstr*, Fig. 15) regelmäfsig gut entwickelte Maserstrahlenkreise (Fig. 15, III, *Mas*). Der wesentliche Unterschied, der (wohl hauptsächlich von Rheum Rhaponticum gesammelten) europäischen Rhizome von den chinesischen scheint mir in einem sehr grofsen Marke zu liegen, ferner, in undeutlich entwickelter marmorierter Zone und wenigen Querbündeln (*qs*, Fig. 15).

Der anatomische Bau des Rhizoms des chinesischen Rhabarber ist folgender: Das Periderm ist stets abgeschält. An den mir vorliegenden frischen Exemplaren von Rheum officinale konnte ich feststellen, dafs es aus mehrreihigem, rotbraun gefärbtem Kork, dem zarten Phellogen und einer schmalen Phellodermschicht besteht. Auch die primäre Rinde ist bei der Droge abgeschält. Sie besteht aus zarten, tangentialgestreckten Parenchymzellen. In das Gewebe sind Gruppen gelber Zellen eingebettet. Dann folgt die von rotbraunen Rindenstrahlen in radialer Richtung durchzogene sekundäre Rinde, von der bei der Droge im besten Falle nur die inneren Schichten erhalten sind. Diese aber sind höchst charakteristisch dadurch, dafs in ihnen mächtige Schleimhöhlen liegen (*Schl*, Fig. 3, 7 u. 12). Dieselben finden sich nicht weit aufserhalb des Kambiums und entstehen dadurch, dafs eine gröfsere Anzahl von nahe bei einander liegenden Schleimzellen durch Zerreifsen der Querbrücken zusammenfliefsen und auf diese Weise eine Höhle entsteht. Die ursprünglichen Schleimzellen scheinen Zellen mit Schleimmembranen zu sein. In der Mehrzahl der Fälle, wo dem Rhabarberstücke noch etwas Rinde anhaftet, findet man diese Schleimhöhlen auch noch in der Droge (Fig. 3, *Schl*). Da sie in dem Siebteile der anormalen Bündel, den Masern, fehlen, so findet man sie nie an Stücken, die bis zum Kambium oder darüber hinaus geschält sind. Sie bilden die „harzglänzende Schicht am Kambium“ der Autoren. Legt man ein frisches, querdurchschnittenes Rhizom in Wasser, so quellen an der Stelle, wo die Schleimhöhlen liegen, ringsum gewaltige Schleimmassen hervor.

Der Siebteil der sekundären Rinde, nach dem oben Ausgeführten der Siebteil der normalen Längsbündel, besteht aus zum Teil obliterierten Siebsträngen (*sb*, Fig. 10), die eingebettet sind in Phloemparenchym. Das letztere führt reichlich Stärkekörner und Oxalatdrusen. Die Farbstoffe jedoch (die Oxymethylanthrachinone: Emodin und Chrysophansäure und die brannen Glycoside z. B. das Chrysophan) sind hier

auf die Rindenstrahlen beschränkt. Betrachtet man diesen Teil im tangentialen Längsschnitt, so erhält man das in Fig. 13 dargestellte Bild. Die Rindenstrahlen (*rst*) bestehen aus rundlichen Zellen und sind 5—30 und mehr Zellen hoch. Im Querschnitt beträgt ihre Breite 1—4 Zellen (Fig. 10). Zwischen den braunen Rindenstrahlen, die als dunkle Strichelchen auf der Aufsenseite der Droge (Fig. 5, *mk* u. 5a) hervortreten, liegt das weifse, die hellen Felder der Droge (Fig. 5, ×) bildende Rindengewebe: die obliterierten Siebstränge (*sb*, Fig. 13) eingebettet in Stärke und Oxalat (*kr*) führendes Phloemparenchym (*php*). Nur in der Nähe des Kambiums findet man auch bei der Droge noch intakte Siebröhren (Fig. 14b).

Das Kambium ist mehrreihig (*c*, Fig. 10). Auch Markstrahlkambium ist deutlich. Der Gefäfsteil, nach dem Oben Ausgeführten der Gefäfsteil der normalen Längsbündel, ist in radialer Richtung von rotbraunen, im Tangentialschnitt 5 bis 30 und mehr Zellen hohen Markstrahlen durchzogen. In dem weifsen Gewebe zwischen diesen liegen isoliert und ziemlich weit von einander entfernt Gefäfse, einzeln oder zu weniggliedrigen Gruppen vereinigt (*gf*, Fig. 10), die von Holzparenchym begleitet werden, das ganz den Charakter gewöhnlichen Parenchyms trägt. Tracheiden fehlen. Auf dem tangentialen Längsschnitte sieht man, dafs die Gefäfse in einiger Entfernung von obliterierten Strängen begleitet werden. Grofse Oxalatzellen sind im Gewebe zerstreut (*kr*, Fig. 10). Dieselben führen eine ungewöhnlich grofse Druse, die meist aus derben Kristallen (Fig. 10 u. 14, *kr*), seltener aus kleinen nadelartigen Individuen besteht (×, Fig. 10) und 40 bis 85 mik im Durchmesser mifst. Sie bewirken, dafs die Droge beim Kauen knirscht. Die Gefäfse sind in überwiegender Zahl derbe Netzleistengefäfse (Fig. 14), seltener eigentliche Leitergefäfse. Ihr Durchmesser beträgt 65—175 mik, der der engen 25—30 mik. Ihr Verlauf ist ein geschlängelter. Sie anastomosieren und umziehen die dunklen Markstrahlen in flachen Bögen (Fig. 5a). Die grofsen weifsen Felder (Fig. 5a) führen die Hauptanastomosen. In jedem dieser Felder liegen mehrere feinere Verzweigungen. Die das ganze parenchymatische Gewebe des Rhizoms erfüllende, das Aussehn der sogenannten „weifsen Grundmasse" bedingende Stärke (*st*, Fig. 14) besteht aus rundlichen Körnern mit Spalt, die bald einzeln liegen, bald zu mehreren (2—4) zusammengesetzt sind. Ihr Durchmesser beträgt meist 11—17 mik, doch kommen auch kleinere daneben vor von 3—6 mik Gröfse. Einige Zellen des Grundgewebes führen auch Schleim.

Die anormalen offenen Bündel des inneren Teiles des Rhizoms die, wie oben ausgeführt, die Maserstrahlenkreise (*stk*, Fig. 4 u. 6) bilden, bestehen aus denselben Elementen, sind aber abweichend gebaut, der Siebteil liegt bei ihnen innen, der Gefäfsteil aufsen (Fig. 11), das Kambium durchschneidet in Kreisform die Maser in der Mitte. Die braunen geraden oder gewundenen, um einen Punkt gestellten Maserlinien sind die Rinden- bez. Markstrahlen (*rst* und *mk*, Fig. 11). Sie laufen von einem Punkte, der primären Bündelanlage, aus strahlig nach allen Seiten (Fig. 4, 6, 11) und enthalten die Oxymethylanthrachinone und die Glycoside. Im Siebteil der Maserbündel findet man zahlreiche Keratenchymbündel, obliterierte Siebstränge (*sb*, Fig. 11), begleitet von wenig Phloemparenchym und grofsen Oxalatzellen. Das kreisförmige Kambium (*c*, Fig. 11) ist schmal, der Gefäfsteil analog dem Gefäfsteil der normalen Längsbündel aus wenigen Gefäfsen und viel Holzparenchym gebildet. Letzteres führt gleichfalls Stärke, Schleim und Oxalat. Der Siebteil der Masern gleicht also ganz dem Siebteil der normalen Längsbündel, der Gefäfsteil ganz dem Gefäfsteil der letzteren.

Derartige „Masern", d. h. also Querschnittsansichten offener anormaler Bündel findet man auf der Aufsenseite der Droge (Fig. 5), auf der mittleren Partie der Innenseite (Fig. 4) und in der mittleren Partie des Querschnittes (Fig. 3). Den gröfsten Durchmesser haben die Maserstrahlenkreise der inneren Längsbündel (auf dem Drogenquerschnitt [*Mas*, Fig. 3] deutlich), da sich dieselben am bequemsten vergröfsern können, am kleinsten sind die Masern der äufseren Querbündel (auf der Aufsenseite [Fig. 5] sichtbar), da dieselben zwischen das andere Gewebe eng eingekeilt sind. Die Mitte zwischen beiden halten die inneren Querbündel (*stk*, Fig. 4). Da die Masern sich fortdauernd vergröfsern, so findet man die gröfsten Masern in alten Rhizomen und in dem unteren, also ältesten Teile der Rhizome, die kleinsten Masern in jungen Rhizomen. Da die europäischen Rhabarber von jungen Rhizomen stammen, sind ihre Masern stets sehr klein (Fig. 15).

Das Mark ist sehr grofs und besteht aus einem lockeren, Stärke und Oxalat führenden Parenchym, in das einige Schleim- und Farbstoffzellen eingebettet sind. Die Oxymethylanthrachinone sind also auf die Markstrahlen beschränkt. Dadurch entsteht das marmorierte Aussehn. Der Farbstoff des Rhabarber, der in den Rindenstrahlen, den Markstrahlen und einzelnen Zellen des Markes enthalten ist, aber auch den Stärkezellen nicht ganz fehlt, ist ein Gemisch mehrerer. Er löst sich mit gelbroter Farbe in Alkali, mit gelber in Chloral. Läfst man Chloralpräparate längere Zeit in Glycerin liegen, so kristallisiert einer der Farbstoffe (wie es scheint das Emodin) in sehr langen Nadeln in den Zellen aus (Fig. 14a).

Anfangs enthalten die Rhizome wenig Oxalat und auch wenig Farbstoff. Gegen die Zeit der Blütenbildung, also im dritten bis fünften Jahre, nimmt Stärke, Farbstoff und Oxalat zu, später sinkt der Gehalt an diesen drei Körpern wieder. Die besten Rhizome erhält man also von Pflanzen, die noch nicht Blütenstände gebildet haben, aber unmittelbar davor stehen.

Wurzeln fehlen der chinesischen Droge stets. Doch sind sie regelmäfsig in europäischen Rhabarbern, besonders dem Rad. Rhei gallic. und austriac. zu finden. Der Querschnitt (Fig. 9) zeigt radialstrahligen Bau in Rinde und Holz bis zum Centrum. Braunrote Mark- und Rindenstrahlen durchziehen das mehlig-weisse Grundgewebe. Masern fehlen. Auch hier finden sich die oben beim Rhizom beschriebenen Schleimhöhlen aufserhalb des Kambiums in der Rinde.

Das Pulver.

Das Pulver (Fig. 14) ist sehr charakteristisch. Die Fragmente der grofsen Netzleistengefäfse fallen zunächst auf. Dann

die ungewöhnlich grofsen Kristalldrusen, deren drei Typen in Fig. 10, 11, 14 dargestellt sind. Die gröfsten, die ich fand, mafsen 100 — 145 mik, sind also mit blofsem Auge zu erkennen. Bastfasern und Sclereiden, sowie Tracheiden fehlen gänzlich. Die Stärke ist weniger charakteristisch. Die Körner messen meist 11 — 17 mik, die kleinen 3 — 6 mik (s. oben). Oft sind noch Zellen, mit Stärke erfüllt, sichtbar (Fig. 14, rechts). Bemerkenswert sind die Reaktionen. So wird z. B. mit Kali das Pulver tieforangegelb und der Farbstoff geht in Lösung. Die Oxylmethylanthrachinonreaction erhält man am besten, wenn man etwas Pulver in Wasser verteilt, dann mit Benzol ausschüttelt und einige Tropfen des Benzols auf dem ausgehöhlten Objektträger verdunstet. Der Rückstand färbt sich mit Ammoniak tief kirschrot.

Die roten schollenartigen Farbstoffinhalte der Zellen sieht man am besten unter Öl. Sie lösen sich in Wasser.

Verfälschungen mit Curcuma, Stärkemehl (Weizen) oder anderen organischen Pulvern sind leicht durch das Mikroskop zu ermitteln. Man vergleiche die entsprechenden Tafeln.

Tafel 67.

Erklärung der Abbildungen.

Rheum palmatum und officinale.

Fig. 1. Ein etwa vierjähriges Rhizom von Rheum officinale Baillon (Von Baillons Originalexemplar durch Prof. Blanchard in Paris erhalten). Länge 30 cm. Nach Photographie.

„ 2. Einjähriges Exemplar von Rheum palmatum β. tanguticum. Durchmesser des Rhizoms: 3 cm. Nach Photographie.

„ 3. Altes Rhizomstück der Droge. Radius: 5 cm. Querschnitt. Lupenbild. Nach Photographie.

„ 4. Innenseite eines alten Rhizomstückes der Droge. Rechts die Mitte. Lupenbild. Nach Photographie.

„ 5. Das gleiche Rhizomstück wie Fig. 4 von Aufsen. Tangentialschnitt am Kambium. Lupenbild. Nach Photographie.

Fig. 5a. Einige Felder aus dem Lupenbild des tangentialen Längsschnittes durch den Gefäfsteil der Normalbündel der Droge. Schematisiert.

„ 6. Querschnitt durch ein etwas jüngeres Rhizomstück wie in Fig. 3 dargestellt. Schematisiert (mit Benutzung einer Berg'schen Abbildung).

„ 7. Querschnitt durch ein noch jüngeres, ungefähr zweijähriges Rhizom.

„ 8. Längsschnitt durch das in Fig. 2 dargestellte einjährige Rhizom von Rh. palmatum β. tanguticum.

„ 9 Querschnitt durch eine Wurzel, ausgelesen aus europäischem Rhabarber (Rhiz. rhei austriac.). Lupenbild.

Tafel 68.

Fig. 10. Querschnitt durch oin Rhabarberrhizom am Kambium. Droge.

„ 11. Querschnitt durch das Centrum einer Maser. Droge.

„ 12. Lupenbild des Querschnittes durch ein zweijähriges Rhizom (wie Fig. 7) mit erhaltener Rinde, um die Schleimhöhlen zu zeigen.

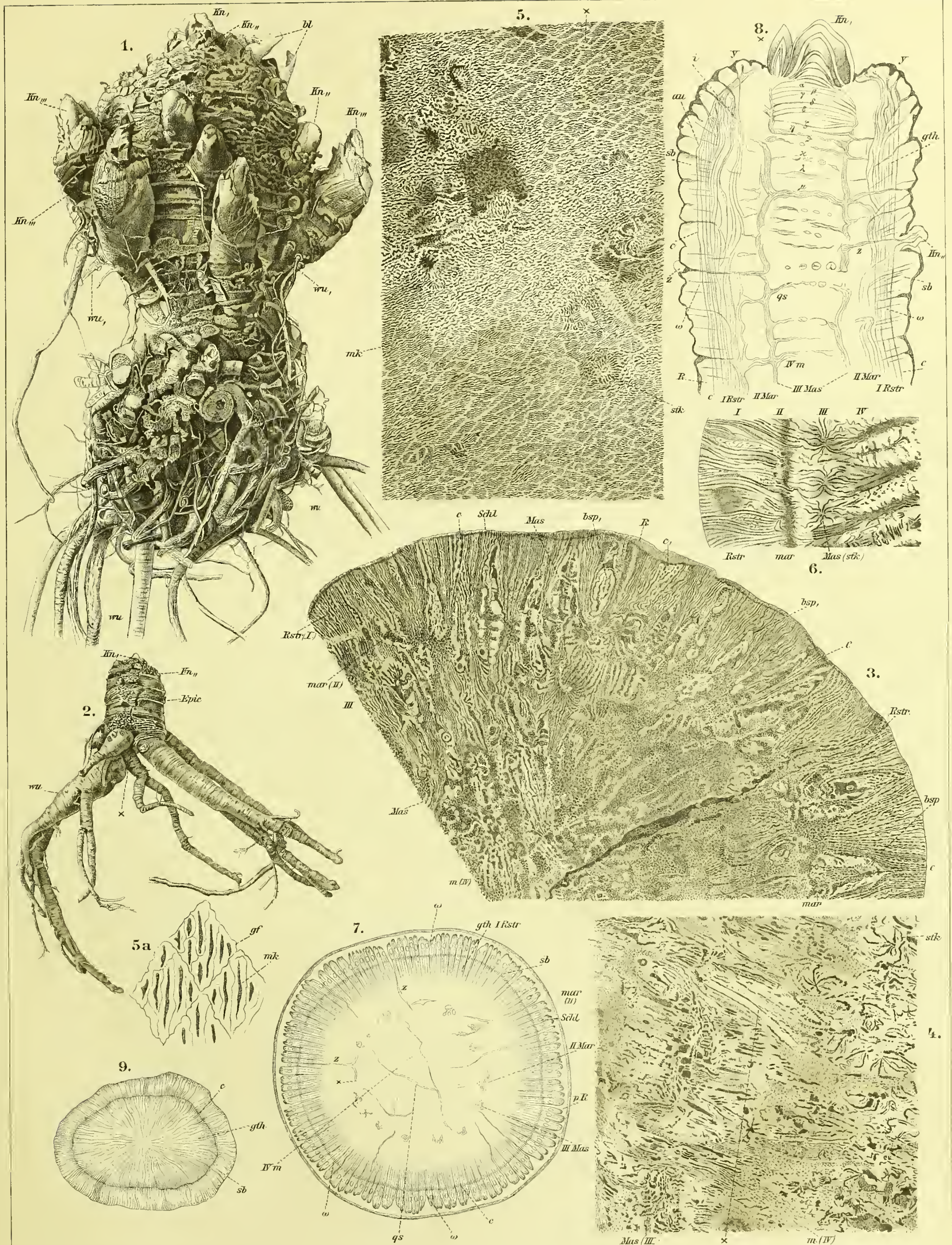
„ 13. Tangentialer Längsschnitt durch die sekundäre Rinde der Droge.

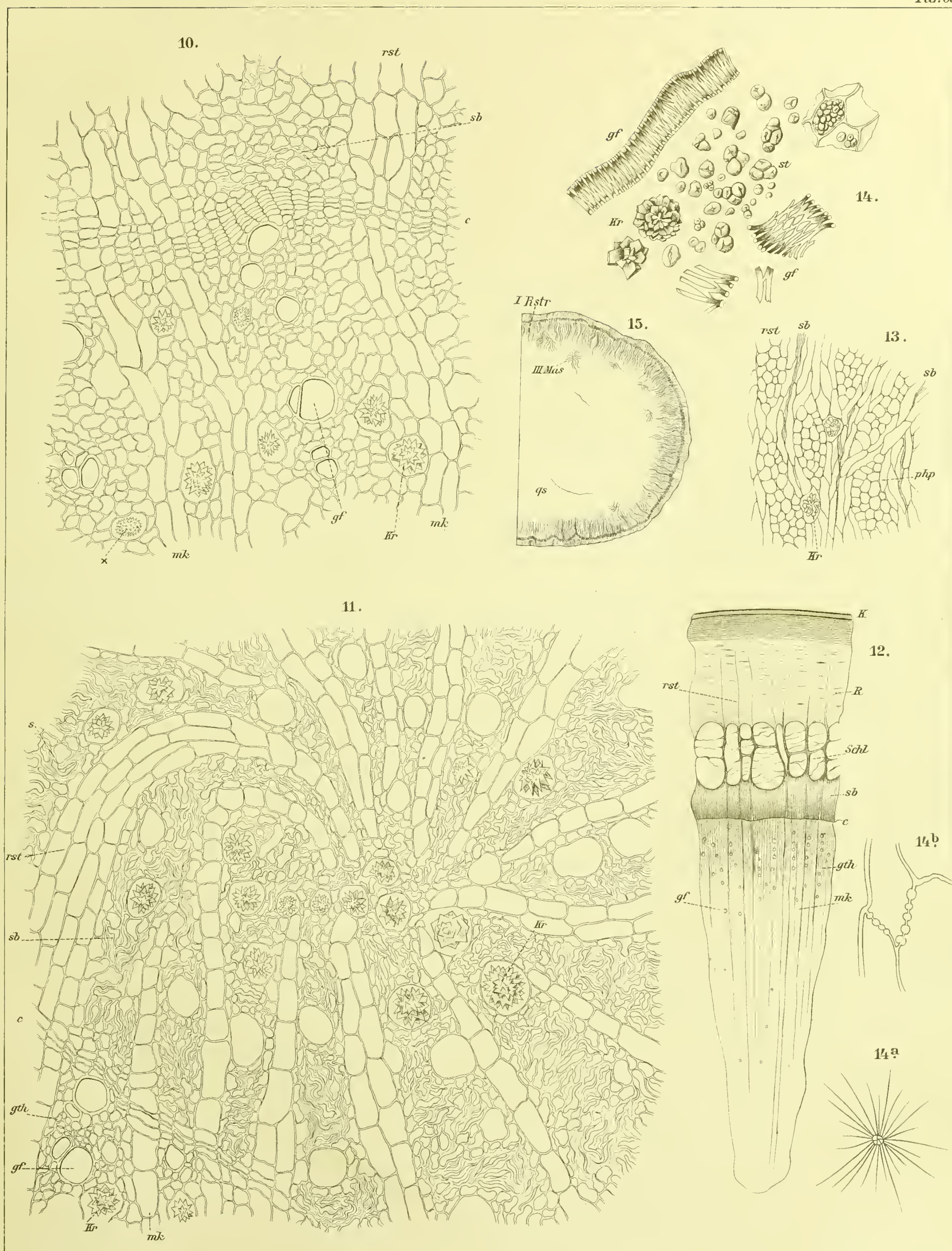
Fig. 14. Eleme te des Rhabarberpulvers.

„ 14a. Braune Kristalle (Emodin? Chrysophan?) aus einem Glycerinpräparat der Droge.

„ 14b. Siebröhren aus der Kambialpartie der Droge.

„ 15. Lupenbild durch ein Rhizomstück des englischen Rhabarber von 5,5 cm Durchmesser.


1.
2.
3.
4.
5.
5a
6.
7.
8.
9.



Lith. Anst. v. C. Kirst Leipzig

Folia aurantii.

Orangenblätter, Bigaradeblätter, Feuilles d'Oranger, Bitterorange leaves.

Die Blätter von Citrus vulgaris Risso (C. aurantium L. var. amara, C. Bigaradia Duh.) sind als aus gefiederten Blättern umgebildet zu betrachten, denn die Flügel des sogen. geflügelten Stieles sind nichts anderes, als reduzierte Blätter. Wir haben ein unpaarig gefiedertes Blatt vor uns, an dem nur das Endblatt normal entwickelt ist, die paarigen Blätter dagegen stark reduziert sind. Diese Reduzierung ist bei den einzelnen Citrusarten sehr verschieden, am stärksten bei Citrus limonum, limetta und medica, wo „der Blattstiel kaum geflügelt" ist, am schwächsten bei C. decumana, wo die Flügel 10—12 mm breit sind. Citrus vulgaris steht in der Mitte. Hier beträgt seine Breite auf jeder Seite der Mittellinie ca. 5—8 mm, bei Citrus bergamia Risso und C. aurantium Risso ist er etwas schmäler; der Flügel ist verkehrt-herzförmig. Gegen das Endblatt hin ist die geflügelte Partie durch ein Gelenk abgegliedert, so dafs sie sich hier leicht ablöst. Das Gewebe ist an dieser Stelle bis nahe zum Bündel eingeschnürt und da die Zellen an der schmalen Brücke klein sind (sie führen auch keine Kristalle), so bricht der Stiel hier leicht. Die Droge besteht daher fast nur aus den abgebrochenen Endblättern und führt fast gar nicht die „geflügelten Blattstiele", so dafs man in der Form und Gröfse des Flügels kaum ein sehr brauchbares diagnostisches Hilfsmittel für die Droge besitzt. Meist läfst es im Stich. Das Endblatt, aus dem also die Droge zumeist allein zu bestehen pflegt, ist selten länger als 8—10 cm und breiter als das der Citrone, bis 4,5 cm, eiförmig-länglich, oder breit-elliptisch, zugespitzt, scheinbar ganzrandig. Bei näherer Betrachtung sieht man aber entfernt gestellte, sehr zarte Kerbzähnchen. Die Blätter sind immergrün, kahl, auf der Oberseite dunkler als auf der Unterseite, sehr deutlich, besonders in der Durchsicht, drüsig punktiert. Die sehr zahlreichen Ölbehälter erscheinen besonders bei den frischen und den aufgeweichten Blättern, wenn man sie gegen das Licht hält, als helle Punkte. Sie reichen bis zum Blattrande. Unter jedem Blattzahn liegt ein Ölbehälter. Der kleine Stachel, den man bisweilen in der Achsel der Laubblätter findet, ist als den transversal stehenden Primärblättern der Achselknospen homolog zu setzen.

Die Anatomie der Blätter zeigt einige Besonderheiten. Die Epidermis der Oberseite besteht aus im Querschnitt nahezu quadratischen Zellen (Fig. 1, 4—7 *Epo*), deren Kuticularpartie der Aufsenwand zapfenförmig nach innen vorspringt (Fig. 6 u. 7) und die von der Fläche gesehen (Fig. 2) quadratisch oder oblong erscheinen. Über den Ölbehältern vertieft sich die Epidermis muldenförmig und zeigt dort, von der Fläche betrachtet, einen abweichenden Bau. Man sieht daselbst eine deutlich um einen Mittelpunkt gruppierte Zellgruppe. Dies tritt auf der Blattunterfläche noch deutlicher hervor (×, Fig. 3), weil hier die Partien über den Ölbehältern auch frei an Spaltöffnungen sind (Fig. 3). Sonst gleicht die Epidermis der Blattunterseite ziemlich der der Oberseite. Auf der Unterseite liegen sehr zahlreiche Spaltöffnungen (*st*, Fig. 3), dieselben sind verhältnismäfsig klein und von vier bis fünf Nebenzellen umgeben.

Das Mesophyll besteht auf der Blattoberseite aus zwei bis drei Reihen schlanker Palissaden (*p*, Fig. 1), auf der Blattunterseite aus einem dicken, reich durchlüfteten Merenchym. Der äufsersten Reihe der Palissaden sind grofse Kalkoxalatzellen eingelagert, die breiter als die umgebenden Palissaden, aber kaum länger zu sein pflegen und die sich stets unmittelbar an die Epidermis anlegen. Sie enthalten einen, in einer Cellulosetasche sitzenden grossen Oxalatkristall. Derselbe entsteht innerhalb des Plasmaschlauches, also im Zellinhalte (Fig. 4, *kr*) und wächst im Zellsafte heran (×, Fig. 1). In diesem Stadium, wo die Blätter meist 20—30 mm lang sind, ist der Kern noch deutlich zu sehen (*ke*, Fig. 4). Bald erblickt man alsdann rings um ihn herum eine gröfsere Anzahl Kugeln, die sich mit Osmiumsäure braun-schwarz färben und die man daher wohl für Oleoplasten ansprechen kann (*y*, Fig. 1). Das Blatt hat nunmehr eine Länge von 60 mm erlangt. Nun beginnen die innere Wand und auch die Seitenwände der Kristallzelle sich zu verdicken und Zellwandleisten wachsen um den bereits jetzt völlig ausgebildeten Kristall herum, ihn gewissermafsen einfangend. Löst man in diesem Stadium den Kristall mit Salzsäure heraus, so bleibt eine becherförmige, oben offene Bildung an der Basis der Zelle zurück (Fig. 5, ×). Es scheint, dafs die Bildung der Tasche durch den Reiz eingeleitet wird, den der Kristall auf die untere Membranpartie dadurch ausübt, dafs er sich an dieselbe anlegt. Nach und nach umwachsen die Membranlappen die Oxalatkristalle voll-

ständig und schliefslich liegt der Kristall in einer von der Innenwand gebildeten Zellwandtasche (Fig. 7), die bisweilen sogar mit der äufseren Wand der Kristallzelle verwächst (Fig. 6). Stets verdickt sich die Innenwand der Kristallzellen stark (Fig. 6 u. 7), so dafs das Kristall in ein dickes Zellwandpolster eingebettet erscheint. (Angew. Anatomie S. 110, Fig. 114.) Letzteres besteht, wie die mikrochemischen Reaktionen lehren, aus Cellulose. Die Kristalle gehören zum tetragonalen System. Aufser an dieser Stelle besitzt aber das ausgewachsene Blatt noch an zahlreichen anderen Stellen Kristalle (Angew. Anatomie S. 321, Fig. 370), so an der Blattunterseite, im Merenchym und besonders in der Nähe der Gefäfsbündel. Alle diese oft sehr zahlreichen und meist vortrefflich ausgebildeten Kristalle sitzen in Taschen und diese scheinen alle auf die gleiche Weise zu entstehen wie die oben beschriebenen. Die Oxalatzellen der subepidermalen Partie der Blattunterseite sind erheblich kleiner als die der Oberseite. Sie besitzen auch hier etwa die Länge der benachbarten Zellen (Fig. 1). Entsprechend der Gröfse der Zellen wird das Membranpolster der Kristallzellen des Merenchyms nie sehr dick. Zuerst entstehen die subepidermalen Kristalle der Oberseite, dann die subepidermalen Kristalle der Unterseite, dann die der Blattmitte und der Bündelscheiden.

Zum zweiten sind dem Blattgewebe Sekretbehälter eingelagert. Dieselben besitzen fast kugelige Gestalt und sind schizo-lysigene Ölbehälter. Da ihr Bau und ihre Entwickelungsgeschichte, wie wir uns überzeugten, bei den Laubblättern die gleiche ist wie bei den Blumenblättern, dem Fruchtknoten und der Fruchtschale, so sei dieselbe an dieser Stelle geschildert.

Zunächst macht sich die Lage eines künftigen Sekretbehälters in den jüngsten Entwickelungsstadien dadurch bemerklich, dafs sich eine Gruppe von vier Zellen von der Umgebung durch anderen Inhalt, anderes Lichtbrechungsvermögen, dünne Wand und besondere Gröfse abhebt. Der feingranuliert erscheinende, chromatophorenfreie Inhalt führt einen grofsen Zellkern. Die kleinen Körnchen, die man im Inhalte bemerkt, verhalten sich gegen Reagentien (Jod, Alkohol, Salzsäure, Schwefelsäure, Salpetersäure, Kali, Millons Reagens, Chlorzink, Kupferoxydammon) indifferent, speichern keine Farbstoffe (Eosin, Methylgrün, Anilinviolet, Hämatoxylin, Pikrocarmin, Fuchsin), sind daher infolge ihres negativen Verhaltens zunächst chemisch nicht zu definieren. Da sie später verschwinden, können sie wohl zu den resinogenen Substanzen gerechnet werden. Jedenfalls bilden die vier grofsen Zellen, in denen sich diese Körnchen finden, die offenbar aus einer Mutterzelle hervorgehen, das „Kanalgewebe“, aus dem der Behälter entsteht. Denn schon frühzeitig tritt in ihnen Zellteilung auf und es entsteht durch dieselbe ein rundlicher Komplex zarter Zellen (Fig. 26), der frei von Chlorophyll und Stärke bleibt und sich so von dem umgebenden Gewebe scharf abhebt. Nunmehr entsteht an dem mittleren Begrenzungspunkte der mittelsten Zellen ein kleiner Intercellularraum (Fig. 27). Die Zellen weichen dort auseinander, es entsteht ein schizogener Raum. Derselbe erweitert sich allmählich und erreicht im mittleren Entwickelungsstadium eine ziemliche Gröfse (Fig. 28). Die gegen den Intercellularraum hin liegenden Membranpartien wölben sich gegen den Raum hin kappenartig vor und bilden in den Kappen zunächst eine Schleimmembran, die dann zur resinogenen Schicht wird (Fig. 28). In ihr, die stets eine körnige Beschaffenheit zeigt, entsteht das ätherische Öl. In mittleren Entwickelungsstadien findet man die Reste der resinogenen Schicht ohne Schwierigkeit im Innern des Behälters (Fig. 1, *scb*). Nachdem die resinogene Schicht gebildet ist, beginnen die Zellen des Kanalgewebes, deren Zahl nunmehr durch Teilung mindestens auf sechs bis acht gestiegen ist, zu Grunde zu gehen, ihre Wände verschleimen und werden resorbiert, so dass eine unter der resinogenen Schicht liegende Schleimplasmamasse entsteht (×, Fig. 29), die schliesslich mit der resinogenen Schicht verschmilzt (Fig. 30). Aber noch lange bleibt dieselbe quellbar und scharf abgegrenzt gegen den Intercellularraum und noch lange sind Reste der Membranen der zu Grunde gegangenen Zellen in ihr sichtbar (Fig. 30). Schliefslich bleibt aber nichts oder so gut wie nichts von den zu Grunde gegangenen Zellen übrig und nur ein grofser Öltropfen liegt im Innern des Behälters: die resinogene Schicht und die Schleimschicht werden aufgebraucht. Die Behälter sind also typisch schizo-lysigen. (Angew. Anatomie S. 517.) Übrigens beteiligen sich an dem zu Grunde gehen nur die Zellen des Kanalgewebes, d. h. nur die Zellen, welche aus den ursprünglichen vier Centralzellen (Fig. 26) durch Teilung hervorgegangen sind. Das diese umgebende Gewebe vergröfsert sich zwar auch durch Teilung seiner Zellen entsprechend der Vergröfserung des Kanals und erzeugt eine mehr oder weniger deutlich sich abhebende, die Behälter umgebende Randschicht, die Zellen gehen aber nicht zu Grunde (Fig. 15). So kommt es, dafs die rundlichen Ölbehälter der Blätter, Blüten und Früchte, wenn diese völlig ausgebildet sind, nicht mit einem Sezernierungsepithel ausgekleidet sind, sondern Zellmembranreste und Fetzen als Begrenzung gegen Innen erkennen lassen oder mit einer körnigen Schicht ausgekleidet sind, in der oft Membranreste sichtbar sind. Dies hat ja bekanntlich dazu geführt, die Behälter für reinlysigen zu erklären, was sie, wie aus Obigem hervorgeht, nicht sind. In den Blättern liegen sie besonders auf der Oberseite im Palissadengewebe und reichen bis ins Merenchym hinein. Aufsen stofsen sie an die Epidermis, die über ihnen muldenförmig vertieft ist.

Die Nerven treten zwar deutlich, aber nicht sehr scharf hervor. Nur der Mittelnerv wölbt sich kräftig nach unten vor. Das Bündel des Mittelnerven besteht eigentlich aus zwei, durch eine Lücke (×, Fig. 1) getrennten Bündelstreifen (Fig. 1), einem gröfseren gegen die Blattunterseite gerichteten Bündelbogen und einem kleineren, gegen die Blattoberseite gerichteten Streifen. Beide zeigen im Holzteil radialstrahligen Bau. Die den Siebteilen der Bündel nach aufsen hin aufgelagerten Bastzellstränge sind bei Blättern (wie sie in Fig. 1 dargestellt), bei denen die Oxalatzellen der Oberseite noch nicht völlig ausgebildet sind, auch noch nicht völlig entwickelt, doch sieht man die Bastzellanlagen bereits deutlich (*B*, Fig. 1).

Bei älteren Blättern findet man beiderseits vom Hauptnervenbündel kräftige Bastzellstreifen als mechanische Belege der Bündel und auch die sekundären Nerven, sowie einige der nächsthöheren zeigen dergleichen, nur natürlich schwächere Belege. Das Nervenbündel ist von der stärkeführenden Parenchymscheide umgeben (*psch*, Fig. 1). Besonders stark sind die Bastzellen in dem Mittelnerven des basalen „Flügels" (s. oben) entwickelt. Der Bau der Flügel gleicht dem des übrigen Blattes, doch pflegen nur zwei Palissadenreihen entwickelt und das Mesophyll sehr kristallreich zu sein.

Das Hesperidin ist im Zellsafte der parenchymatischen Elemente des Blattes gelöst. Es scheint besonders die Epidermis zu bevorzugen. Legt man frische Blätter oder in Wasser aufgeweichte in Alkohol, so kristallisiert es in mehr oder weniger deutlichen Sphaeriten aus.

Flor. aurantii.

Flor. naphae, Orangeblüten, Bigaradeblätter, Fleurs d'Oranger, Orange flowers.

Die Orangeblüten des Drogenhandels pflegen die noch nicht geöffneten Blütenknospen von Citrus vulgaris Risso zu sein (Fig. 8). Vielleicht sind die Blütenknospen ölreicher als die geöffneten Blüten. Die Blüten stehen entweder einzeln in den Blattachseln oder bilden kleine Trauben. Sie sind gestielt, von gewimperten Deckblättern behüllt und besitzen einen kleinen, undeutlich fünfzähnigen, napfartigen Kelch von 5—6 mm Durchmesser (*Se*, Fig. 8, 9 u. 10). Die fünf gewölbten, fleischigen, aufsen kahlen Blumenblätter sind in der Knospe oben zusammengeneigt (Fig. 8 u. 9), frisch weifs, getrocknet gelbbräunlich und durch die Ölbehälter der Aufsenseite braunfleckig. Jeder ovale braune Fleck der Aufsenseite entspricht einem Ölbehälter. Die zahlreichen (20—25) Stamina sind meist in vier- bis fünffache Bündel vereinigt (Fig. 10, 11, 13) —: Polyadelphia. Der dicke Griffel (*grf*, Fig. 9 u. 13) endigt oben in eine keulenförmige Narbe (*Na*, Fig. 9) und sitzt einem meist acht (8—12-)teiligen Fruchtknoten auf. Dieser Fruchtknoten sitzt wiederum auf einem runden Diskus (*Dis*, Fig. 9 u. 13).

Die Kelchblätter sind ziemlich derb (*Se*, Fig. 9 u. 13) und dick (Fig. 17a). Auf der Innen-(Ober-)seite sowohl, wie auf der Aufsen-(Unter-)seite sitzen der Epidermis Haare auf (*t*, Fig. 17a, 18, 19, 20), doch sind dieselben auf der Innenseite zahlreicher und dünnwandiger (Fig. 19). Die Haare haben eine relativ dicke Aufsenwand und entweder keine oder zahlreiche dünne Querscheidewände (Fig. 20), besonders die Spitze der Kelchblätter ist reich behaart. Die Epidermiszellen der Innenseite (Fig. 19) zeigen eigenartige Streckungen und gruppieren sich in charakteristischer Weise um die Haarbasen. Die Epidermiszellen der Aufsenseite sind weniger gestreckt. Auf der Aufsenseite findet man reichlich Spaltöffnungen (*st*, Fig. 18). Die Partien des Mesophylls, welche unter der inneren Epidermis liegen, sind gestreckt und die Zellen zeigen kollenchymatische Verdickungen (Fig. 17a). Kristallzellen (*kr*, Fig. 17a) finden sich besonders auf der Aufsenseite der Blätter, Sekretbehälter nicht eben sehr zahlreich im Mesophyll (*scb*, Fig. 17a).

Die fünf (4—6) Korollenblätter sind ziemlich dick, in der Mitte wohl 40, gegen die Blattspitze hin noch 20 Zellreihen und mehr stark, verschmälern sich aber gegen den Rand hin rasch und sind an letzterem nur wenige Reihen dick. Ihr parenchymatisches Mesophyll ist reich durchlüftet (*mes*, Fig. 15) und wird von einer Reihe der Innenseite genäherter zarter Nerven (*gfb*, Fig. 15) durchzogen. Zahlreiche Sekretbehälter typischen Baues (*scb*, Fig. 15) sind in das Gewebe eingestreut. Die Epidermis der Aufsen-(Unter-)seite (*Epa*, Fig. 15) besteht aus, von der Fläche betrachtet, polyedrischen oder gestreckten Zellen (Fig. 17), deren Kuticula da und dort Längsfalten zeigt; die Epidermiszellen der Innen-(Ober-)seite sind fast alle papillös ausgestülpt (*Pap*, Fig. 15 u. 16), die Kuticula, auch der Papillen, ist längsfaltig. Spaltöffnungen (*st*, Fig. 15) scheinen nur auf der Innenseite in geringer Zahl vorzukommen.

Die Stamina (Fig. 9—13) sind bei der Knospe etwa so lang als der Griffel und bleiben auch nach dem Aufblühen, welches durch Zurückschlagen der Corollenblätter erfolgt, gleich lang. Ihre pfriemlichen Filamentarteile sind besonders in den basalen Partien zu bandartigen Streifen verwachsen, doch bleibt auch in den unteren Teilen das einzelne Filament noch gut erkennbar. In der Mitte jeder der Filamente verläuft ein kleines Gefäfsbündelchen. Im oberen Teile sind die Filamente frei. Die Staubfadenbündel oder -Bänder sind verschiedenzählig. Bald werden sie aus nur zwei, bald aus drei und mehr Staubfäden gebildet. Die grofsen gelben Antheren sind dithecisch. Die runden Pollenkörner haben fünf Meridionalfalten, in deren Mitte die Poren liegen.

Der Griffel endigt in eine kopfige Narbe (Fig. 9, 13, 14), die etwas gelappt erscheint und deren Mitte trichterartig vertieft ist (×, Fig. 21). Sowohl die trichterartige Vertiefung wie der ganze Narbenkopf sind dicht mit Narbenpapillen besetzt (*Np*, Fig. 14, 21, 22), die dem Stiele fehlen. Dieselben besitzen Schleimmembranen und die Membranschleime sind es, die die Narbe zur Empfängniszeit schleimig machen. Macht man, von der Spitze beginnend, succedane Querschnitte (Fig. 21 bis 25) durch den Narbenkopf, den Griffel und den Frucht-

knoten, so kann man das leitende Gewebe (Fig. 14, 21, 22) vortrefflich verfolgen: die Narbenpapillenschicht senkt sich nämlich an acht Stellen gewissermafsen in das Griffelgewebe hinein und dringt bis in die Fruchtknotenfächer hinab. Durchschneidet man die Narbe zunächst im obersten Teile (bei α, Fig. 13 u. 14), so sieht man an dem betreffenden Schnitte in der Mitte die grofse Trichteröffnung (×, Fig. 21) und von dieser gehen acht Kanäle hinab (*y*, Fig. 21). Dieselben werden weiter nach unten zu eng und spaltenförmig und bilden dann lange, radial gestaltete, gewundene Kanäle (*l*, Fig. 21). Zwischen denselben liegen acht Doppelbündel. Etwas tiefer, etwas weiter nach unten (bei β, Fig. 13 u. 14), sieht man die gewundenen Streifen des leitenden Gewebes noch sehr deutlich (*l*, Fig. 22). Namentlich treten dieselben dadurch sehr klar hervor, dafs sie von einer Schicht palissadenartig gestreckter Zellen begrenzt sind. So oder doch sehr ähnlich bleibt nun das leitende Gewebe durch den Griffel hinab (Fig. 14) erhalten, nur werden die Streifen des leitenden Gewebes kürzer und gerade und orientieren sich um die freie Mitte wie die Speichen eines Rades. Erst oberhalb des Fruchtknotens verändert sich das Bild. Hier werden die Streifen zunächst ganz kurz (*l*, Fig. 23). Wie in der Röhre eines Trichters werden hier alle von oben herabkommenden Pollenschläuche gesammelt. Während die Aufnahmsfläche für die Pollenschläuche auf der Oberfläche der Narbe sehr grofs ist, ist die Eintrittsstelle des die Pollenschläuche „leitenden Gewebes“ in die Fruchtknotenfächer sehr klein und eng. Da diese Stelle unmittelbar über der Anheftung der Ovula und über der Mikropyle derselben liegt (Fig. 24 u. 25), so werden also die Pollenschläuche, die in dem leitenden Gewebe abwärts wandern, ohne Ausnahme direkt zur Mikropyle geführt. Eine weitere Einrichtung macht dies noch leichter möglich. Dort, wo das leitende Gewebe an der Spitze der Fruchtknotenfächer in diese eintritt, sind die Fächer mit einem dichten Filz langer Haare ausgekleidet (*lt*, Fig. 24 u. 31), die auch die Basen der Ovula dicht umgeben (Fig. 24, 25 u. 35). Wir dürfen diese als „Leithaare“ betrachten, denn die in den Spalten herabkommenden Pollenschläuche werden durch sie zur Mikropyle geführt. In der Randschicht der Narbe liegen einige wenige grofse Sekretbehälter (*scb*, Fig. 21 u. 22), der Griffel ist frei von Sekretbehältern, im Fruchtknoten liegen aber wieder zahlreiche in der Randpartie (Fig. 23 — 25). Dort, wo das leitende Gewebe in die Fruchtknotenfächer eintritt, ist das Fruchtknotengewebe von zahlreichen Bündeln unregelmäfsig durchzogen (*gfb*, Fig. 23). Etwas tiefer laufen acht Vertikalstränge (einfache oder gedoppelte) zwischen den Fächern und diese Stränge stehen durch Horizontalstränge mit dem Bündelnetz des Randes in Verbindung (Fig. 24). Noch tiefer — dort, wo die Ovula sitzen — treten die Vertikalstränge vor die Fächer (Fig. 25) und so entsteht ein innerer Bündelkranz, der auch die Ovula versorgt. Aufserhalb der Fächer, der Mitte derselben entsprechend, laufen dann wieler acht Längsbündel (*y*, Fig. 25) und am äufseren Rande der Fachwände ebenfalls acht kleinere Bündel. Diese beiden letzteren versorgen das reichverzweigte Anastomosennetz der Randschicht (Fig. 25). In jedem Fache liegen je zwei Ovula nebeneinander (Fig. 25, *ov*) und etwa drei bis vier in jeder Reihe übereinander.

Die Ovula (Fig. 35) sind anatrop und besitzen zwei Integumente. Sie sind in ihrer Basis dicht mit Leithaaren (*lt*, Fig. 35) umgeben.

Die Entwickelung der Ovula zu den Samen wird weiter unten beschrieben.

Der Diskus (Fig. 9 u. 13) besteht aus parenchymatischem Gewebe.

Fruct. aurantii immatur.

Unreife Pomeranzen, Orangettes.

Die Entwickelung des Fruchtknotens zur Frucht geht nach dem Abfallen der Staubfäden, des Griffels und der Blumenblätter vor sich. Als Fruct. aurantii immaturi werden namentlich die unreif abfallenden, jungen, grünlich-braunen, von Diskus und Kelch losgelösten Früchtchen (Beeren) benutzt, die je nach dem Zustande der Reife einen sehr verschiedenen Durchmesser besitzen. Der Durchmesser schwankt zwischen 8 und 20 mm. Sie besitzen an der Basis eine breite, achtstrahlige Stielnarbe, an der Spitze die kleine helle Narbe des abgefallenen Griffels.

Die Entwickelung der Fruchtknotenwand, deren allgemeine Bauverhältnisse man aus Fig. 25 ersieht, zur Fruchtschale, geht in folgender Weise vor sich. Die äufsere Partie, in der die Ölbehälter (*scb*, Fig. 24 und 25) liegen, verändert sich wenig. Die Zellen teilen sich reichlich (Fig. 36), bleiben aber zunächst parenchymatisch. In den unreifen Orangefrüchten sind sie kaum verdickt (Fig. 36). Die Zahl der Ölbehälter vermehrt sich nach Befruchtung der Ovula noch nicht unbeträchtlich, so dafs in den unreifen Früchten ziemlich viele zu finden sind. Dieselben (*scb*, Fig. 37) liegen in einfacher oder doppelter Reihe in der Randzone (*scb*, Fig. 31). Äufserlich markiert sich ihre Lage durch zahlreiche kleine Gruben auf der Oberfläche. In der aus polyedrischen Zellen aufgebauten Epidermis (*Ep*, Fig. 37) liegen ziemlich viele Spaltöffnungen (*st*, Fig. 37) und die Epidermis sowohl wie die subepidermale Zellschicht enthält gelbe und grüne Chromatophoren. In den etwas tiefer liegenden Zellschichten finden sich Oxalatkristalle in eigenartigen Cellulosetaschen (*Kr*, Fig. 37). Etwas weiter nach innen, schon am inneren Rande der Sekretbehälter wird das Gewebe dickwandiger und

einige Zellen nehmen kollenchymatische Gestalt an. Noch weiter nach innen weichen die Zellen auseinander und es bereitet sich das reich durchlüftete Gewebe der inneren Schicht der Fruchtschale der reifen Frucht vor. Die Wände dieser Zellen quellen in Kali. Gefäfsbündel, deren Äste meist radial streichen, durchziehen das ganze Gewebe der Fruchtwand, besonders die äufseren Schichten (Fig. 31 und *gfb*, Fig. 36). Das ganze Parenchym enthält (übrigens schon zur Blütezeit) reichlich Hesperidin. In der Droge, die 10 Proz. davon enthält, findet man dasselbe zu unregelmäfsigen Schollen (*He*, Fig. 37) eingetrocknet, die nur selten kristallinisches Gefüge zeigen. Legt man jedoch frische Früchte in Alkohol oder weicht die Droge 24 Stunden in Wasser ein und übergiefst dann mit Alkohol, so kristallisiert das Hesperidin in schönen Sphaerokristallen (Fig. 46 u. 37, *He,*) aus, die sich mit lebhaft gelber Farbe leicht in verdünntem Kali lösen und ihren inneren Bau (radial gestellte Nadeln und konzentrische Schichtung) beim Zusatz von Salpetersäure verraten. Das meiste Hesperidin enthalten Früchte von 5—15 mm Durchmesser. Die Früchtchen sind gewöhnlich achtfächerig (Fig. 25 u. 31) und enthalten in den Fächern entweder stark geschrumpfte oder ganz geschwundene Ovula oder junge unreife Samen. In die Fruchtfächer ragen von aufsen her eigentümlich gestaltete, keulenförmige Gebilde, sogen. Zotten, die als Fruchtwandpapillen bezeichnet werden mögen (*Fpap*, Fig. 31 u. 36) und den Charakter von Emergenzen besitzen. Dieselben werden schon frühzeitig, vor Befruchtung der Ovula, angelegt (*Fpap*, Fig. 25) und entstehen zunächst dadurch, dafs sich einige Zellen der inneren Epidermis der Fruchtwand strecken und teilen und dann auch die subepidermalen Zellschichten sich an dieser Streckung und Teilung beteiligen und so die Bildung kleiner Höcker (*Fpap*, Fig. 25) hervorrufen, als welche die Zotten im reifen Fruchtknoten erscheinen. Diese Höcker wachsen nun ziemlich rasch zu zunächst kegeligen, dann keulenförmigen Zotten (*Fpap*, Fig. 36) heran, so dass schon die Fächer der kleinen unreifen Früchtchen aufsen dicht mit diesen Zotten ausgekleidet sind (*Fpap*, Fig. 31), die man schon mit blofsem Auge als kleine haarartige Gebilde wahrnehmen kann. Diese Papillen wachsen zum Fruchtfleisch heran. Sie strecken sich stark und verdicken sich, und ihr Inhalt, der anfangs reichlich Hesperidin, dann transitorische Stärke führt, wandelt sich zum Teil in Zucker um. Man erhält mit alkalischer Kupferlösung starke Reduktion (besonders stark bei der Apfelsine).

Gleichzeitig entstehen aus farblosen Leukoplasten zahlreiche gelbliche Chromatophoren, die zwar sehr klein sind, aber deutlich kristallinische Gestalt besitzen (Fig. 39). Diese bedingen die gelbe Farbe der Zotten der reifen Frucht. Zunächst erscheint der Querschnitt der jungen Zotten rundlich (Fig. 44) und die Zellen zeigen keine Differenzierung. Später, wenn die Zotten weiter heranwachsen, müssen sie sich in den Raum teilen und sie platten sich gegeneinander etwas ab. Dadurch erscheint ihr Querschnitt etwas eckig (Fig. 45). Die Notwendigkeit, sich in den verfügbaren Raum zu teilen, führt aber auch dazu, dafs nur der gegen die Spitze hin liegende Teil der oft bis 15 mm langen Zotte sich keulig verdickt. Die Basis bleibt bei den längeren stets schlank. So kommt es, dafs die langen, radial gestellten Fruchtfleischzotten alle gestielt erscheinen (Fig. 32 u. 33). Dafs sie alle an der äufseren Wand und an den äufseren Partien der Seitenwände entspringen, kann man auch an der reifen Frucht einer Orange und Apfelsine noch leicht konstatieren (×, Fig. 32 u. 33), besonders wenn man die Früchte welken läfst. Bei der reifen Frucht ist auch das Gewebe der Zotten differenziert. Man erkennt deutlich eine kleinzellige, subepidermale, faserartige Randschicht fast sclerenchymatischer Zellen und eine grofszellige, dünnwandige, saftstrotzende, centrale Partie. In letzterer namentlich liegen die Chromatophoren (Fig. 45). Die ersten Phasen der Entwickelung der Zotten zeigt Fig. 36, *I—IV*. In den Zotten findet man auch Kalkoxalatkristalle.

Neben den Fruchtfleischzotten entstehen nun auch noch andere Gebilde an den Aufsen- und besonders den Seitenwänden der Fruchtfächer. Man könnte dieselben als Schleimzotten bezeichnen (Fig. 36 u. 38). Die ersten Stadien ihrer Entwickelung gleichen denen der Fruchtfleischzotten. Aber schon frühzeitig entwickeln sie sich in anderer Richtung weiter. Die Randzellen der keulenförmig anschwellenden Spitze stülpen sich papillenartig aus und es entsteht so an der Spitze ein eigenartiger Glomerulus (*Schz*, Fig. 36). Späterhin scheinen diese Spitzenpapillen Schleim abzusondern. Man findet wenigstens in den Köpfchenzellen eigentümlich spiralig gekrümmte Gebilde (Fig. 36 b), ähnlich denen, die auch bei anderen Schleimzotten beobachtet werden, oder dicke Schleimmembranauflagerungen, die bewirken, dafs zwischen den durchscheinenden Zellen solche mit hellem lichtbrechenden Inhalte erscheinen (*y*, Fig. 36), welche wie kleine Schleimklumpen aussehn. Schliefslich klappt die Spitzenzelle zusammen und man sieht am oberen Rande der Zotte zahlreiche eingestülpte Zellen (×, Fig. 38), die demselben ein sehr eigenartiges Aussehn verleihen. Vielleicht haben diese Schleimzotten den Zweck, das ganze Fruchtknotenfach schlüpfrig zu machen, damit die von aufsen nach innen vordringenden und sich sehr frühzeitig fest ineinander schiebenden und aneinander pressenden Fruchtfleischzotten leichter aneinander vorbeigleiten und nicht einander zerquetschen.

Jedenfalls wird das Fruchtknotenfach auch noch durch folgenden anderen Vorgang schlüpfrig gemacht. An der Innenwand der Fächer, dort wo die Ovula sitzen, findet man zahlreiche einzellige Haare (*lt*, Fig. 35 u. 31), die wir oben als „Leithaare“ bezeichnet haben, da sie in unmittelbarer Beziehung zum leitenden Gewebe des Griffels stehen. Diese Haare verschleimen bald nach der Befruchtung der Ovula und schon frühzeitig findet man an ihrer Stelle einen grofsen hyalinen Schleimklumpen, in dem sich zahlreiche fädige Gebilde bemerkbar machen. Doch sind Reste der Leithaare auch in halbreifen, ja selbst in ganzreifen Früchten zu finden.

Das Gefäfsbündelsystem der unreifen Früchtchen entspringt an der Basis der Frucht von acht Bündeln, die vom Fruchtstiele aus in die Basis des Früchtchens eintreten. Schon hier gabeln sich diese acht Bündel. Acht innere

Bündelstämme streichen am inneren Rande je eines Fruchtfaches in der Mittelsäule des Früchtchens zum Griffel auf (×, Fig. 9 u. 25). Diese versorgen die Ovula und treten im Griffel und der Narbe (Fig. 21—23) als acht Doppelbündel hervor. Sie treten an der Basis des Griffels, d. h. an der Spitze des Früchtchens mit den äufseren Bündeln in Verbindung (Fig. 24). Acht äufsere Bündel, den basalen acht Bündelstämmen entspringend, streichen am äufseren Rande der Fruchtfächer (*y*, Fig. 9 u. 25) und entsenden sowohl in tangentialer wie in radialer Richtung zahlreiche gekrümmte Äste. Diese bilden das reichverzweigte Bündelsystem der Fruchtschale (*frw*, Fig. 31). Die Gefäfse der Bündel sind Spiralgefäfse.

Die Samen sind häufig nicht entwickelt oder nach kurzer Entwickelung abortiert. Man findet jedenfalls auch unter den reifen Früchten zahlreiche, die samenlos sind. Es ist dies eine bei Kulturpflanzen nicht eben seltene Erscheinung.

Die Entwickelung der Ovula zu den Samen geht auf folgende Art vor sich. Die anatropen Ovula besitzen zwei Integumente, von denen das äufsere höchstens sechs (an der Spitze mehr wie sechs), das innere vier Zellschichten (an der Spitze bisweilen mehr wie vier) dick ist (Fig. 35 u. 49). Die Epidermis des äufseren Integumentes (*ia*) entwickelt sich in einer sehr eigenartigen Weise zu einer Sclereiden-Schleimepidermis. Die Aufsenwand ist frühzeitig verdickt (1. Fig. 50) und bald zeigen die Zellen auch eine ausgesprochene palissadenartige Radialstreckung (1. Fig. 51). Die Aufsenwand differenziert sich schon in diesem Stadium, indem die ganze äufsere Schicht den Charakter einer Schleimmembran annimmt (Fig. 51), die innerste Schicht aber mit der Seiten- und Innenwand zusammen eine, das Lumen umkleidende, harte, sclerenchymatische Schicht bildet (Fig. 52 u. 53). Dadurch erhält man das eigenartige Bild einer Sclereidenschicht mit schleimiger Auflagerung. Diese letztere zeigt auch sonst kaum noch den Charakter einer zu besonderen Zellen gehörenden Membran, sondern mehr den einer homogenen, über die ganze Epidermis gebreiteten Schleimauflagerung (×, Fig. 52 bis 54). In sie hinein wachsen nämlich wie in eine gleichmäfsige Schleimmasse die oberen Enden der inneren Schichten der Epidermiszellen (Fig. 53 u. 54, 1). Dieselben bilden bald kurze Kegel oder feine Spitzen, bald gegabelte Zapfen oder gar hakenförmig gekrümmte oder hin- und hergebogene Enden. Es sieht aus, als wüchsen diese Partien in die Schleimmasse hinein, wie Pilzfäden in Gelatine. Im Querschnitt betrachtet, zeigen die Epidermalsclereiden palissadenartige Streckung, von der Fläche im Tangentialschnitt betrachtet erscheinen sie als gestreckte und mehr oder weniger stark gekrümmte, dickwandige Zellen, mit stumpfkegeligen Enden aneinander gefügt. Ihre Wand ist stark getüpfelt. Infolge dieser Thatsache und der starken Krümmung ist das Bild, das man beim radialen Längsschnitt von ihnen erhält (Fig. 54, 1) ein sehr eigenartiges. Es sieht aus, als hätte man eine breite, reich mit gekreuzten Spaltentüpfeln versehene Wand vor sich, die nach aufsen in gerade oder gekrümmte Zapfen ausläuft. Die die Zapfen bildende Innenwand der Epidermalsclereiden zeigt nicht überall gleichmäfsige Verdickung. Besonders die Zapfen zeigen neben verdickten Partien dünne.

Das übrige Gewebe des äufseren Integumentes ist und bleibt parenchymatisch, doch obliterieren die Zellen sowohl der Mittelschicht (Fig. 49—53, 2), wie der inneren Epidermis (Fig. 49—53, 3), die im Jugendzustande reichlich zum Aufbau der Sclereidenepidermis verwendete Stärke führen, bald nachdem sie dieselbe abgegeben haben, ein wenig, verhalten sich also wie eine typische Nährschicht. Die Obliteration ist bei Citrus übrigens gering. Die innere Epidermis bleibt am längsten erhalten und ist auch noch beim reifen Samen zu finden (Fig. 53, 3).

Das innere Integument (Fig. 35, *ii*), welches niemals Stärke führt, schon im Ovulum schmäler als das äufsere (Fig. 49), geht frühzeitig nahezu vollständig zu Grunde, besonders die äufsere Epidermis desselben und die mittleren Partien (Fig. 49—52, 4), die innere Epidermis jedoch bleibt lange erhalten und ist auch im reifen Samen noch als „braune Haut“ wahrzunehmen (Fig. 49—54, 5).

An das innere Integument legt sich der Nucellus an (*Nuc*, Fig. 49—54, 6), der ebenso wie ein ihm oft innen aufgelagerter Endospermrest, auch im reifen Samen noch in Form einiger, meist zum Teil obliterierter, zum Teil verdickter und gelbe Eiweifsmassen führender Zellschichten wahrzunehmen ist und beim Ablösen der Samenschale dieser innen anhängt.

Das Innere des reifen Samens besteht aus mehreren Keimlingen (Polyembryonie), im Maximum sechs bis acht, von denen aber höchstens drei keimfähig sind, die anderen sind als kleine Läppchen zwischen die grofsen eingeschoben. Durchschneidet man die Samen daher längs, so läfst sich das Verhältnis leicht feststellen (Fig. 57) und auch ein Querschnitt bietet ein ähnliches Bild (Fig. 56). Nur ist dasselbe natürlich sehr mannigfaltig und variiert von Same zu Same. Bald sind die kleinen neben die grofsen geschaltet, bald schieben sie sich in dieselbe ein, bald umgeben gröfsere die kleineren. Längs- und Querschnitte orientieren daher nur unvollkommen über den Sachverhalt. Man thut daher am besten, wenn man die Samen aufbricht und die einzelnen Keimlinge mit der Hand herauspräpariert. Sie besitzen die in Fig. 58 dargestellte Form und auch ein Längsschnitt (Fig. 55) belehrt darüber, dafs an einer kurzen, kegeligen Radicula (*Rad*) zwei grofse Kotyledonen (*Cot*) sitzen, die eine kleine Plumula (*pl*) zwischen sich nehmen. Bei den gröfsten Keimlingen sind die Kotyledonen dick und fleischig, bei den kleinsten zart, blattartig dünn.

Die Keimlinge von Citrus entstehen nun keineswegs alle im Embryosack (*Ems*, Fig. 47), wie dies die Regel ist, sondern nur einer derselben ist das Produkt der Eizelle (*Eiz*, Fig. 47), die anderen sind sogen. „Nucellarembryonen“ (*Ne*, Fig. 47), die aus der Randschicht des Nucellargewebes der Nucellusspitze ohne einen eigentlichen Geschlechtsakt hervorgehen. Der Embryosackkeimling eilt aber den Nucellarembryonen voran und ist der bestausgebildete. Im jüngsten Stadium erhält man daher ein der Fig. 47 entsprechendes Bild, späterhin sieht man die einzelnen Embryonen von der

Nucellarwand abgelöst (Fig. 48). Das Parenchym der Keimlinge ist von Prokambiumsträngen durchzogen, in denen schon einige Spiralgefäfse ausgebildet sind. Bei den Kotyledonen ist das Gefäfsbündelsystem (Fig. 56) der Innenseite genähert.

In den Zellen der Kotyledonen findet sich fettes Öl und Aleuron. Die Körner des letzteren sind in Ölplasma eingebettet, von ziemlich mannigfaltiger Gestalt, meist rundlich-oval, 2—10, meist 5 mik grofs und führen zahlreiche rundliche Globoide.

Cort. fruct. aurantii.

Cort. aurantiorum, Cort. aurantii fructus, Flavedo fruct. aurant., Pomeranzenschalen, Bigaradeschalen, Orangenschalen, Ecorce d'Orange amère, Bitterorange Peel.

Die Pomeranzenschalen sind die von der reifen Frucht von Citrus vulgaris Risso abgelösten Schalen. Die Schälung erfolgt entweder in der Weise, dafs man Quadranten ablöst oder die Frucht ähnlich einem Apfel schält, indem man das Messer in Spirallinie herumführt. Bei der ersten Schälmethode hängt der äufseren Schale noch die innere, weiche weifse Schicht an, bei der anderen fehlt die letztere und die „Pomeranzenschale" besteht nur aus der äufseren Schicht der Fruchtschale (Flavedo aurantiorum). Der Ort, wo die Ablösung der Fruchtschale bei dem gewöhnlichen, zuerst erwähnten Schälverfahren erfolgt, ist die lockere Schicht aufserhalb der Fruchtfächer, dort, wo die inneren Fruchtwandbündel (*y*, Fig. 25) verlaufen. Man findet die letzteren daher auf der Innenseite der Pomeranzenschalen als fädiges Netzwerk.

Bau und Entwickelung der Samen und der Fruchtfleischpapillen ist oben geschildert worden. Auch die Fruchtschale wurde bereits von der Fruchtknotenwand bis zur halbreifen Frucht (Fruct. aurantii immaturi) verfolgt. Die weitere Entwickelung, die die Fruchtschale bis zur völligen Reife der Frucht durchmacht, führt nur zu geringen Veränderungen. Dieselben betreffen fast nur die inneren Fruchtwandpartien. Hier wird das Gewebe dadurch, dafs grofse Intercellularen zwischen den Zellen entstehen, sehr lückig und schliefslich entsteht ein tangential gestrecktes, in Wasser stark quellendes typisches Sternparenchym (Fig. 41). Dort, wo die Arme desselben aufeinander stofsen, ist die Wand siebartig porös. Dies letztere ist bei der reifen Frucht fast ganz hesperidinfrei (es färbt sich mit Kali kaum gelb) und ganz frei von ätherischem Öl, also wertlos. Es wird daher meist abgeschält. Der Rest — die äufsere Fruchtschale — trägt den Namen „Flavedo aurantiorum".

Hesperidin in nicht unbeträchtlicher Menge findet sich dagegen in dem derben Gewebe der äufseren Fruchtwandschichten (Fig. 40), die aus derbwandigen, verschieden stark verdickten Zellen bestehen, die oft kollenchymatische Ecken besitzen. Doch ist der Hesperidengehalt bedeutend geringer als bei der unreifen Frucht. Es wird also ein Teil beim Reifungsprozesse verbraucht. Auch monokline Oxalatkristalle findet man hier (*kr*, Fig. 10) und durch Eisenchlorid nachweisbaren Gerbstoff, der im Gegensatz zum Hesperidin reichlicher in der reifen Frucht auftritt als in der unreifen. Dies äufsere Gewebe wird von zahlreichen, Spiralgefäfse führenden Bündelsträngen durchzogen (*gfb*, Fig. 40) und enthält auch die gegen die Fruchtreife hin sich stark vergröfsernden Ölbehälter (*scb*, Fig. 40), die oft einen Durchmesser von 1 bis 2 mm erreichen, so dafs sie schon mit blofsem Auge als grofse ovale Höhlen zu erkennen sind (*scb*, Fig. 34). Man findet in ihnen das ätherische Öl in grofsen Tropfen und oft auch noch als centralen Ring die tröpfchenreiche resinogene Schicht (*rsg*, Fig. 40). Zwischen ihr und dem Randgewebe liegt dann die in Desorganisation begriffene Mittelschicht, in der man neben erhaltenen Zellen — in der äufseren Partie — auch zahlreiche Zellreste, z. B. nackte Plasmamassen — in den inneren Partien — findet.

Die aus polyedrischen Zellen bestehende Epidermis der Fruchtschale führt Spaltöffnungen (*st*, Fig. 42). Die Epidermiszellen führen zur Zeit der Fruchtreife gelbe Chromatophoren in Körnerform, bei den grünschaligen Varietäten (Curaçaoschalen) und bei nicht ganz reifen Früchten grüne Chlorophyllkörner. Die über den Ölbehältern liegenden Epidermiszellen sind oft arm an Chromatophoren. Auch in dem subepidermalen Fruchtschalenparenchym finden sich reichlich Chromatophoren (Fig. 43).

Die anfänglich noch relativ derben Seitenwände der Fruchtfächer werden beim Heranreifen der Frucht stark zusammengeprefst und bilden zum Teil die von der Apfelsine her jedermann bekannten, papierdünnen, die Abschnitte einhüllenden Häute. Während nämlich das mittlere Gewebe der Seitenwände der Fruchtfächer und das centrale Gewebe der Mittelsäule und die Innenschicht der äufseren Fruchtwand lückig und markig werden, strecken sich etwa drei, rings um jedes Fach laufende Schichten interstitienloser Zellen stark tangential, parallel zur Oberfläche der Fächer, verdicken ihre Zellen sclerenchymatisch und bilden schliefslich — zur Fruchtreife — eine zwar sehr dünne, aber feste, aus gestreckten, stark verdickten Fasern mit schrägen Tüpfeln bestehende derbe Haut (*y*, Fig. 32 u. 33). Die Wände der Zellen derselben sind verholzt. Da diese derbe Haut an sehr lückiges Gewebe grenzt, lassen sich die acht Fruchtabschnitte leicht aus der Schale und voneinander lösen, wie dies von den Apfelsinen her allgemein bekannt ist.

Der Bau der Früchte von Citrus vulgaris, C. Aurantium (Apfelsine), C. limonum (Citrone), C. trifoliata, und C. decumana (Pompelmus) stimmt im allgemeinen überein. Doch besitzt die Fruchtschale oft eine verschiedene Dicke. Die dünnsten Fruchtschalen besitzt Citrus limonum, die dicksten C. decumana. Die Dicke schwankt zwischen 3 und 10 mm. Bei C. Aurantium ist die gelbe äufsere Partie der Fruchtschale dünner, bei C. limonum Risso ist das Schwammgewebe dichter und fester als bei der Pomeranze.

Die meisten Embryonen (bis zwölf) finden sich in den Samen von Citrus Aurantium, bei C. vulgaris sechs bis acht (Fig. 56 u. 57), noch weniger bei C. trifoliata, am wenigsten bei C. limonum (zwei bis drei). Citrus trifoliata führt Sekretbehälter, auch in der Randschicht Kotyledonen. Der Durchmesser der Aleuronkörner der Samen beträgt bei Citrus vulgaris 2—7 mik, bei C. Aurantium 2—8 mik, bei C. limonum 2—10 mik, bei C. trifoliata 6—8,5 mik.

Tafel 69 u. 70.

Erklärung der Abbildungen.

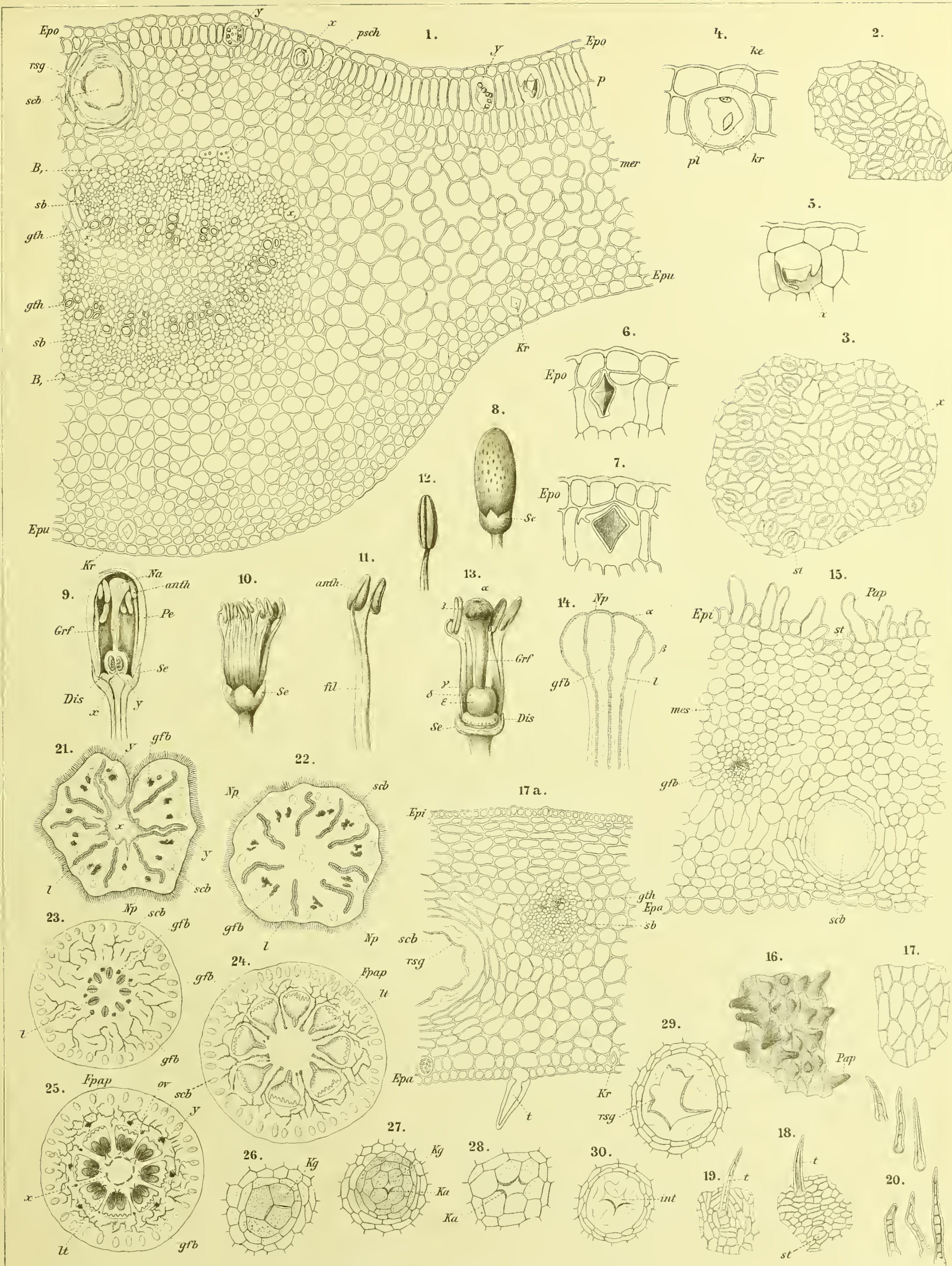
(*Citrus vulgaris Risso.*)

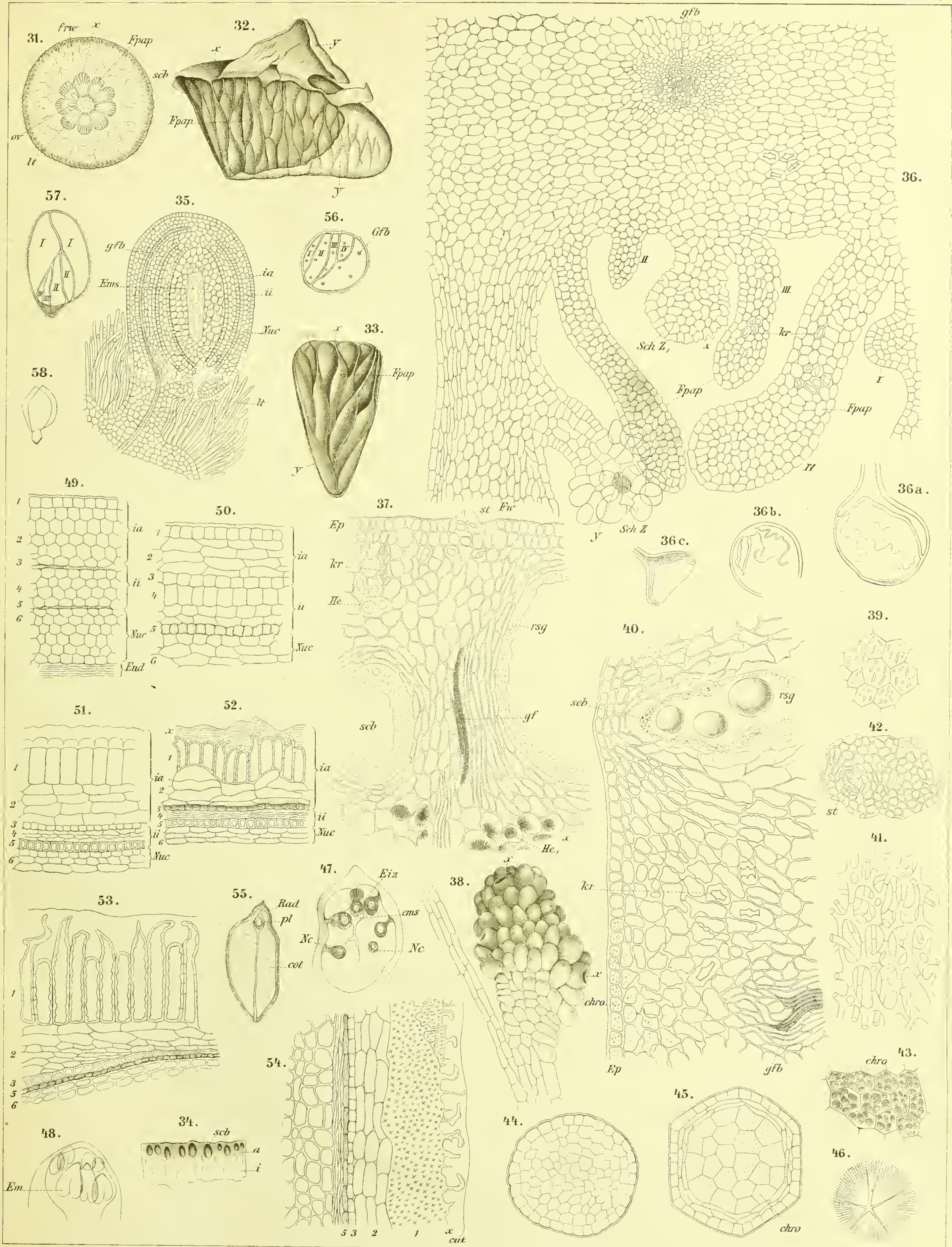
Tafel 69.

Fig. 1. Querschnitt durch ein junges Laubblatt am Mittelnerv; der Sekretbehälter noch nicht ganz fertig; ebenso auch die Kristalle.
„ 2. Epidermis der Oberseite des Laubblattes, Flächenschnitt.
„ 3. Epidermis der Unterseite, Flächenschnitt.
„ 4—7. Entwickelung der Oxalatkristalle an der Laubblatt-Oberseite.
„ 4. Kristall im Zellinhalt gebildet. Plasmaschlauch kontrahiert.
„ 5. Kristall mit HCl gelöst, die basale becherartige Zellhauttasche sichtbar, Kristall also noch nicht ringsum eingeschlossen.
„ 6 u. 7. Kristall eingeschlossen in der Zellhauttasche.
„ 8. Blütenknospen, wie sie die Flor. naphae des Handels bilden.
„ 9. Diose Blütenknospe längsdurchschnitten.
„ 10. Dieselbe nach Ablösung der Corollenblätter; die Stamina sind freigelegt.
„ 11. Zwei miteinander (polyadelphisch) verwachsene Stamina.
„ 12. Anthere eines Staubfadens.
„ 13. Griffel freigelegt. Die Buchstaben α bis ε bezeichnen die Stellen, wo die Querschnitte Fig. 21—25 durchgelegt wurden.
„ 14. Griffelspitze mit Narbe. Schematischer Längsschnitt.
„ 15. Querschnitt durch ein Corollenblatt. Die papillentragende Seite ist die Innenseite.
„ 16. Epidermis der Corolle, Innenseite. Tangentialschnitt.
„ 17. Epidermis der Corolle. Aufsenseite. Tangentialschnitt.
„ 17a. Querschnitt durch ein Kelchblatt. *Epi*, Epidermis der Innenseite.
„ 18. Epidermis der Aufsenseite des Kelchblattes. Tangentialschnitt.
„ 19. Epidermis der Innenseite des Kelchblattes. Tangentialschnitt.
„ 20. Haare von Innen- und Aufsenseite des Kelches.
„ 21—25. Succedane Querschnitte durch den Stempel von oben nach unten. Lupenbilder.
„ 21. Querschnitt durch die Narbe bei α, Fig. 13. × Centraltrichter, *l* leitendes Gewebe.
„ 22. Querschnitt durch die Narbe bei β, Fig. 13.
„ 23. Querschnitt durch den Griffel bei γ, Fig. 13.
„ 24. Querschnitt durch den obersten Teil der Fruchtknotenfächer bei δ, Fig. 13. *lt* Leithaare.
„ 25. Querschnitt durch den mittleren Teil der Fruchtknotenfächer, bei ε, Fig. 13. × innerer Bündelkranz, *y* äufserer Bündelkranz vor den Fächern. *Fpap* Fruchtwandpapillen, die zum Fruchtfleisch werden.
„ 26—30. Entwickelungsgeschichte der schizo-lysigenen Sekretbehälter in Laubblatt, Kronenblatt und Fruchtknotenwand.
„ 26. Die vier Mutterzellen des Kanalgewebes (*kg*) mit einer eigentümlichen körnigen Substanz erfüllt.
„ 27. Die vier Mutterzellen haben durch Teilung ein vielzelliges Kanalgewebe (*kg*) erzeugt. In der Mitte ist ein schizogener Raum entstanden. Die diesen begrenzenden Zellen zeigen Kappen (*Ka*). In diesen entsteht das Öl.
„ 28. Der schizogen entstandene Raum hat sich vergröfsert, ebenso die Ölkappen (*Ka*).
„ 29. Der schizogen entstandene Raum hat sich weiter vergröfsert. Die Zellen des Kanalgewebes sind verschleimt und im Begriffe zu Grunde zu gehen. Die resinogene Schicht deutlich (*rsg*).
„ 30. Ein ähnliches Stadium wie Fig. 29 nach Behandlung mit Chloralhydrat. Die Schleimmasse des Kanalgewebes, in der man noch Membranreste sieht, ist gequollen.
Weitere Entwickelungsstadien der Ölbehälter findet man in Fig. 1 u. 17a, weitere in Fig. 15 u. 37, fertige Behälter in Fig. 40 dargestellt.

Tafel 70 (Fortsetzung).

Fig. 31. Querschnitt durch eine unreife Pomeranzenfrucht (Fruct. aurant. immatur.). Lupenbild. *Fpap* Fruchtwandpapillen, *lt* Leithaare.
„ 32. Fruchtfleischabschnitt („Schnitz") einer reifen Frucht von der Seite. Die Hüllhaut z. Th. abgelöst und zurückgeschlagen (*y*). Die Fruchtwandpapillen ausgewachsen zu gestielten keulenförmigen Gebilden (*Fpap*) × Aufsenseite.
„ 33. Fruchtfleischabschnitt querdurchschnitten. × Aufsenseite. *Fpap* wie bei Fig. 32. Lupenbild.
„ 34. Querschnitt durch die Fruchtschale der reifen Frucht (Cort. fruct. aurantii). Lupenbild.
„ 35. Ovulum aus dem Fruchtknoten der reifen Blüte (Fig. 25). An der Basis die Leithaare (*lt*).
„ 36. Querschnitt durch die Randschicht der Fächer einer unreifen Frucht mit den Fruchtwandpapillen (*Fpap*) und den Schleimzotten (*Schz*).
„ 36a, b, c. Randzellen junger Schleimzotten a und b vor dem Einsinken, c nach dem Einsinken der Spitzenzelle. Eingesunkene Spitzenzellen auch bei ×. Bei *y* eine schleimerfüllte Zelle.
Die Entwickelungsgeschichte der Fruchtfleischpapillen erhellt durch Vergleich von Fig. 36 I, II, III, IV mit Fig. 32 u. 33 *Fpap*.
„ 37. Querschnitt durch die Randschicht der Fruchtschale der gleichen Frucht wie in Fig. 36 dargestellt. *He* Hesperidinklumpen, wie man sie in der Droge findet; *He*, Hesperidinsphaerokristalle aus Alkoholmaterial (vergl. auch Fig. 46).
„ 38. Schleimzotte (*Schz*, Fig. 36) mit eingesunkenen Randzellen (×).
„ 39. Gelbe Chromatophoren aus den das Fruchtfleisch bildenden keulenförmigen Gebilden (*Fpap*, Fig. 32 u. 33 und *chro*, Fig. 45).
„ 40. Querschnitt durch die Randschicht der reifen Fruchtschale (*a*, Fig. 34).
„ 41. Querschnitt durch die markige weifse innere Schicht der Fruchtschale (*i*, Fig. 34).
„ 42. Epidermis der reifen Fruchtschale, Flächenansicht.
„ 43. Helle Chromatophoren aus der äufseren Fruchtwand der reifen Frucht.
„ 44. Querschnitt durch eine junge Fruchtwandpapille.
„ 45. Querschnitt durch eine alte Fruchtwandpapille aus der reifen Frucht. Die derbe Randschicht ist ausgebildet, die Abplattung ist deutlich.
„ 46. Hesperidinsphaerokristall.
„ 47. Polyembryonie. Entstehung der Nucellarembryonen (*Nc*) aufserhalb des Embryosackes (*ems*) aus der Randschicht der Nucellus. *Eiz* Eizelle.
„ 48. Polyembryonie. Ältere Nucellarembryonen und der aus des Eizelle hervorgegangene Embryo (*Em*).
„ 49—53. Entwickelung der Samenschale aus den Integumenten des Ovulums (Fig. 35). *ia* äufseres, *ii* inneres Integument. *Nuc* Nucellus. Die Zahlen bezeichnen die korrespondierenden Gewebe. *1* Sclereidenepidermis mit Schleimauflagerung, *5* braune Haut.
„ 53. Querschnitt durch die reife Samenschale.
„ 54. Radialer Längsschnitt durch die reife Samenschale.
„ 55. Längsschnitt durch einen ausgebildeten Keimling. Lupenbild.
„ 56. Querschnitt durch einen polyembryonischen Samen.
„ 57. Längsschnitt durch einen solchen.
„ 58. Herauspräparierter, isolierter Keimling.





Flor. malvae.

Malvenblüten, Rosspappelblüten (wilde Käsepappel, wilde Malve, grosse Hasenpappel), Fleurs de Mauve sauvage, Wild Mallow-flowers.

Unter dem Namen Malvenblätter sind in der Pharmakopoea germanica und helvetica sowohl die Blätter von Malva silvestris L. wie die von Malva neglecta Wallroth (Malva vulgaris Fries, Malva rotundifolia C. Bauhin), unter dem Namen Malvenblüten jedoch nur die von Malva silvestris L. offizinell.

Ich lege der Beschreibung die Blüten von Malva silvestris L. zu Grunde.

Die Blüten sind $1^1/_2$ bis 3 cm lang und gestielt. Sie sind zu in den Achseln der Laubblätter stehenden Büscheln vereinigt, die zusammengesetzte Trauben bilden mit wickeligen Verzweigungen. Die Blumenkrone ist drei- bis viermal länger als der Kelch, die Blätter derselben an der Spitze tief ausgerandet, hellpurpurrot mit dunkleren Adern. (Unterschied von Malva neglecta, wo die Blütenblätter nur zwei- bis dreimal länger als der Kelch, hellrosa oder fast weiss und mit dunkleren Adern versehen sind.)

Der Aufsenkelch (Hüllkelch, Hochblattinvolucrum, *hb*, Fig. 1 u. 23a) besteht aus drei freien, spatelförmigen, zugespitzten, besonders am Rande stark behaarten Blättern von 5—7 mm Länge. Der Kelch (*se*, Fig. 1 u. 23a) der actinomorphen, fünfzähligen Blüte ist gleich lang oder etwas länger als der Aufsenkelch, bis 8 mm, gamosepal, in fünf dreieckige Zipfel gespalten, besonders aufsen und am Rande behaart. Die in der Knospenlage gedrehten Corollenblätter (*Pe*, Fig. 1 u. 2) sind 2—2,5 cm lang (meist 2 cm von der Basis bis zum Grunde der Gipfeleinbuchtung), keil-umgekehrt-eiförmig, an der Spitze tief ausgerandet (Fig. 2), am Grunde mit zwei dichten Haarbüscheln versehen (*t*, Fig. 2) und daselbst mit der Staubfadenröhre verwachsen (×, Fig. 1), hell purpurrot mit dunkleren Adern. Auch das Staubfadenbündel (*anth*, Fig. 1) ist purpurrot, 10—12 mm lang, oben in zahlreiche, schwach behaarte Filamente gespalten, unten zu einer weiten Röhre verwachsen, die ganz allmählich in die Corolle übergeht. Die Antheren sind nierenförmig (Fig. 3a, 3b, 3c) in der Mitte angeheftet, quergestellt, monothecisch. Sie öffnen sich durch einen über den Scheitel laufenden Querspalt. Das Gynaeceum besteht meist aus 10 (8—11) Carpellen, die einen scheibenförmigen, in der Mitte eingedrückten Fruchtknoten bilden. Der Griffel (*grf*, Fig. 1) zeigt so viele Narbenschenkel als Carpelle vorhanden sind. Er bildet unten eine solide Säule, die sich nach oben hin etwa auf halber Höhe in die fädigen Narbenschenkel zerteilt. Das Bündel der letzteren bleibt entweder in der Staminalröhre eingeschlossen (im männlichen Stadium der Blüte) oder tritt aus letzterer hervor (im sogenannten weiblichen Stadium). Im letzteren Falle biegen sich die Narbenschenkel nach aussen um, legen sich an die Antheren an, ja biegen sich in sie hinein, den Pollen herausholend, oder verfilzen gar mit den ganzen Staubfäden und sind demnach im stande sich mit Pollenkörnern auch ohne Fremdbestäubung zu beladen.

Die Blüten von Malva neglecta Wallroth sind kleiner als die von Malva silvestris. Die Blumenblätter überragen an Länge nicht so stark die Kelchblätter (siehe oben), besonders bietet aber der Kelch ein gutes Unterscheidungsmittel. Bei Malva silvestris sind die Kelchblattzipfel fast dreieckig und die Blätter des Hochblattinvolucrums schmal-spatelförmig, ungefähr ebenso lang wie die Kelchblätter (Fig. 23a). Bei Malva neglecta sind die Kelchblattzipfel zugespitzt und die Blätter des Hochblattinvolucrums sehr schmal lineal-lanzettlich, stets kürzer als die Kelchblätter (Fig. 23b).

Die drei Blätter des Hochblattinvolucrums der Blüte von Malva silvestris sind am Rande sehr stark behaart. Die Haare sitzen hier auf mehrzelligen Polstern, sind derbwandig, einzellig (selten zweistrahlig) und aufserordentlich lang, bis 2 mm, so dafs sie wie ein Strahlenkranz den Rand einsäumen. Ihre Spitze ist kegelig. Auf der Innenseite finden sich gar keine oder nur sehr vereinzelte kurze einzellige Haare; die Aufsenseite besitzt die gleichen langen Haare wie der Rand, doch sind dieselben hier nicht ganz so lang. An der Basis der Hüllkelchblätter finden sich vereinzelte Sternhaare. In dem reichdurchlüfteten Mesophyll finden sich reichlich Kalkoxalatdrusen und Schleimzellen. Die Nerven, an der Basis der Blätter nur wenig gegabelt, verzweigen sich gegen die Spitze hin zu einem reich anastomosierenden Bündelnetze. Die Epidermiszellen der Aufsen-(Unter-)Seite sind geradwandig, die der Innen-(Ober-)Seite wellig gebogen. Spaltöffnungen liegen auf beiden Seiten.

Die Kelchzipfel sind am Rande mit ganz den gleichen, sehr langen (bis 2 mm), einzelligen Haarwimpern versehen wie die Hüllkelchblätter. Auch bei ihnen sitzen dieselben (*t*, Fig. 20) auf mehrzelligen Polstern (×, Fig. 18 u. 20) und sind, soweit sie diesen eingefügt sind, an der Basis reich getüpfelt (*t*, Fig. 17). Auf der Blattaufsen-(Unter-)Seite finden sich dergleichen einzellige, lange, Zellpolstern eingefügte Haare ebenfalls reichlich, besonders auf den Nerven. Dieselben sind aber hier schon oft zweistrahlig (Fig. 18 $t_{,,,}$), nehmen also Sternhaarcharakter an. Die kegeligen Zellpolster, auf denen sie sitzen, sind bisweilen ziemlich hoch (×, Fig. 18 u. 16). Diese Haare werden nun hier begleitet von aufserordentlich zahlreichen, ziemlich dicht gestellten typischen Sternhaaren (Fig. 19), die bald der Epidermis direkt eingefügt, bald auf mehr oder weniger hohen Zellpolstern erhoben sind (Fig. 16) und 2, 3, 4, 6, 7, 8 oder 9 Haarstrahlen besitzen

(Fig. 19). Dazwischen liegen Köpfchenhaare mit mehrzelligem Stiel und ein- oder mehrzelligem Köpfchen ($t_{,}$, Fig. 16, 18, 19).

Die Blattinnen-(Ober-)Seite führt besonders gegen die Spitze der Blattzipfel hin und an diesen selbst sehr zahlreiche, unregelmässig gekrümmte, hin- und hergebogene Wollhaare ($t_{,,}$, Fig. 16 u. 22), die einzellig und der Epidermis mit bauchig erweiterter Basis eingefügt sind. Aufser diesen finden sich nur noch einige der eben erwähnten Köpfchenhaare hierselbst ($t_{,}$, Fig. 16), die jedoch an der Blattbasis, dort, wo der Kelch der Krone aufliegt, zu einer lückenlosen Schicht anwachsen. Die Wände der Epidermiszellen sind auf beiden Seiten des Blattes wellig gebogen (*Ep*, Fig. 17 u. 21), Stomata (*st*, Fig. 17 u. 21), finden sich auf beiden Seiten, mehr auf der Aufsenseite. Das zarte Mesophyll führt Schleimzellen (*Sche*, Fig. 16) und besonders in der unter der Epidermis der Oberseite gelegenen Schicht Oxalatdrusen (Fig. 16).

Die Blumenblätter (*Pe*, Fig. 1 u. 2) sind ziemlich dünn. Sie messen nur wenige Zellschichten. Nur an den Nerven, die ein reich anastomosierendes Netz bilden, sind sie dicker (Fig. 13). Der Farbstoff ist im Zellsaft gelöst. Die Epidermiszellen der Unterseite sind wellig verbogen (Fig. 15, *ep*), die der Oberseite ziemlich gerade (*ep*, Fig. 14). Auf beiden Seiten sind spärlich Köpfchenhaare mit mehrzelligem Stiel zu finden ($t_{,}$, Fig. 14 u. 15), ähnlich den Mitscherlich'schen Körperchen des Kakao. An der Basis der Corolle sind dieselben reichlicher zu finden. Daselbst finden sich auch, die Einbuchtung zwischen je zwei Corollenblättern ausfüllend, zwei Haarrandstreifen (*t*, Fig. 2), deren Haare einzellig und gerade sind (*t*, Fig. 14). Die Schleimzellen (*Sche*, Fig. 13) zeigen, wenn man zu dem in Alkohol liegenden Schnitte Glycerin fliessen läfst, deutliche Schichtung. Sie sind bisweilen durch Resorption der trennenden Wände zu Schleimhöhlen erweitert (Fig. 13, rechts). In der Längsrichtung sind sie gestreckt (*Sche*, Fig. 15), die Nerven entspringen drei basalen Bündelstämmen (Fig. 2), meist treten fünf mittlere Nerven kräftiger hervor als die übrigen.

Die Filamente der Staubfäden sind im oberen Teile normal, d. h. sie führen ein zartes Bündel in der Mitte und sind im Querschnitt rundlich. Ihr Gewebe enthält einzelne Schleimzellen, die aus gestreckten Zellen aufgebaute Epidermis einzelne zarte Sternhaare. Auf halber Höhe sind sie zu einer geschlossenen Röhre verwachsen, die den Griffel rings umgiebt. Diese Röhre führt auf der Aufsenseite reichlich einfache oder 2, 3—4strahlige kurze eigentümliche, sehr charakteristische Sternhaare (Fig. 10 u. 11) und einige vereinzelte Reihenhaare (Fig. 12). Die nierenförmig über die Filamentspitze gelegten Antheren besitzen in der jungen Blüte die Form, wie sie in Fig. 3a dargestellt ist. Sie springen mit einem Längsrifs über dem Gipfel auf und bieten dann das in Fig. 3b u. 3c dargestellte Bild. Der Querdurchschnitt derselben ist an der Basis (Fig. 5) etwas anders als weiter oben (Fig. 6 u. 6a). Die Antherenwand führt natürlich auch hier eine Faserschicht (*2*, Fig. 5 u. 6). Dieselbe ist mit einer einschichtigen Reihe zarter Zellen, deren Aufsenwände verdickt sind, bedeckt (*1*, Fig. 5, 6). Die Pollenkörner (Fig. 4) sind ziemlich grofs, besitzen eine grobstachelige Exine und (zwischen den Stacheln) zahlreiche runde Austrittsstellen, die in der Aufsicht als kleine Kreise (×, Fig. 4), im medianen Durchschnitt als helle Kanäle erscheinen (×, Fig. 4a); die äufsere Schicht der dicken Exine ist als Stäbchenschicht ausgebildet (*y*, Fig. 4a). Sucht man die Pollenkörner auf, die sich an den Narbenpapillen gefangen haben, so findet man, dafs alle an der den Papillen zugekehrten Seite reichliche Mengen Pollenschläuche getrieben haben (*Pols*, Fig. 4a), nicht an der gegenüberliegenden Seite.

Der Griffel ist im unteren Teile solide und führt daselbst am Rande so viele kleine Bündel als Carpelle und Narbenschenkel vorhanden sind. Das leitende Gewebe liegt in der Mitte. Nach oben gabelt es sich in die einseitig behaarten Narbenschenkel (Fig. 7). Diese besitzen einen sehr charakteristischen Querschnitt. Auf der einen Seite liegen die zahlreichen Narbenpapillen (*Pap*, Fig. 8 u. 7), auf der andern sind sie kahl. In der Mitte streicht das Bündelchen (*gfb*, Fig. 8), zwischen diesem und den Narbenpapillen findet sich ein breiter Streifen mechanischer Zellen (*B*, Fig. 8). Dieser dient offenbar dem Krümmungsmechanismus der Narbenschenkel (siehe oben).

Der niedergedrückt scheibenförmige, in der Mitte den Griffel tragende Fruchtknoten hat soviel Fächer als Narbenschenkel vorhanden sind, im Durchschnitt zehn. In jedem Fache liegt ein anatropes, epitropes, aufsteigendes Ovulum (*ov*, Fig. 1) mit nach unten gerichteter Mikropyle, das zu einem gekrümmten, nierenförmigen, im Querschnitte keilförmigen Samen heranwächst.

Fol. malvae.

Malven-, Käsepappel- oder Rosspappelblätter, Feuilles de mauve, Mallow-leaves.

Unter dem Namen Malvenblätter sind gewöhnlich die Blätter von Malva silvestris L. und Malva neglecta Wallroth in Gebrauch (Pharm. germ. et helv.), sowie auch die von der mehr nördlichen Malva rotundifolia L.

Die Blätter von Malva silvestris L., der höheren und kräftigeren Art, sind gröfser als die von Malva neglecta Wallroth. Nur die unteren Blätter sind am Grunde herzförmig ausgeschnitten. Je weiter man nach oben kommt, um so flacher wird dieser herzförmige Einschnitt, die obersten zeigen ihn oft gar nicht. Am Rande sind die Blätter, je nach der Höhe der Insertion, bald drei-, bald fünf- oder siebenlappig mit mehr oder weniger tiefen Einschnitten. Der Rand ist gekerbt-gezähnt. Die Zähne des Randes sind ungleich gross. Der Durchmesser der Blätter wechselt sehr, oft beträgt er

5—8 cm, steigt aber bisweilen, besonders bei der belgischen Ware, auf 12 cm und mehr. Die gröfsten, die ich beobachtete, mafsen 18 cm. Die Behaarung ist sehr verschieden, offenbar je nach dem Standort wechselnd. Bald findet man ziemlich reich oder sehr reich behaarte, bald fast kahle Blätter, ganz kahle sind mir jedoch nie begegnet. Der Blattstiel ist dagegen immer behaart. Die Nebenblätter sind nur 5—7 mm lang, sie fallen leicht ab.

Die Blätter von Malva neglecta Wallroth messen im Durchmesser weniger als die von Malva silvestris, meist 3—7,5 cm, sie sind länger gestielt, von fast kreisrundem oder nierenförmigem Umriss, am Grunde stets tief herzförmig eingeschnitten. Die 3—5—7 Einschnitte des Randes gehen selten tief, so dafs die Lappen kurz bleiben. Die ungleichen Kerbsägezähne des Randes gleichen denen von Malva silvestris. Die Behaarung wechselt noch mehr wie bei Malva silvestris. Ich habe Blätter getroffen, die nur sehr spärlich behaart waren. Der Blattstiel ist stets behaart, besonders gegen oben hin.

Die Nervatur der Blattzähne, sonst ein gutes diagnostisches Hilfsmittel, ist bei den Malven weniger brauchbar. Die Blattzähne sind bei Malva silvestris sehr grofs und stumpf abgerundet. Ein kräftiger Nerv tritt in den Zahn ein, verläuft in der Mitte desselben in fast gerader Richtung, zeigt zahlreiche Seitennerven und endigt pinselförmig mit mehreren kurzen Ästen. Unterhalb des Vereinigungspunktes der letzteren setzen sich die beiderseitigen Zahnrandnerven an und bilden mit der fast regelmäfsig zu beiden Seiten des Hauptnervs vom gleichen Punkte unter einem Winkel von 80° in geringer Entfernung vom pinselartigen Nervenende ausgehenden Sekundärnerven oftmals je ein kleines gewölbtes Dreieck. Das Nervennetz im Zahne ist ein reich verzweigtes. Die Sekundärnerven, die meist nahezu rechtwinklig vom Hauptnerven abgehen, bilden mit den Randnerven oftmals ungleichseitige Vierecke. Aufserhalb des typischen Randnerven liegt oft noch ein zweiter zarterer Randnerv mit blind endigenden Ästen oder vom typischen Randnerven streichen blinde Äste gegen den Blattrand. Gegen die Einbuchtung zwischen je zwei Zähnen läuft ein kräftiger Nerv. Dieser setzt sich daselbst an die Randnerven der Zähne an. Der Rand der Zähne ist mit zarten Haaren, die Zahnspitze oft mit einer derberen Borste besetzt. Die Haare sitzen oftmals Gewebspolstern auf.

Bei Malva neglecta Wallroth sind die Blattzähne mit einer ganz ähnlichen Nervatur versehen. Da die typischen Randnerven weniger deutlich hervortreten, so sind die oben erwähnten Eigentümlichkeiten nicht so ausgeprägt. Auf die Nervatur der Zähne läfst sich hier jedenfalls kein Unterschied basieren.

Das Blatt von Malva silvestris ist folgendermafsen gebaut. Die Lamina zeigt eine einreihige Palissadenschicht und ein mehr-(3—4)schichtiges Merenchym. Letzteres besteht aus zahlreichen, typischen Sternparenchymzellen, die ziemlich dicht liegen, also keine sehr grofsen Interzellularen zwischen sich lassen. Eingebettet in das Mesophyll finden sich hier und da typische Schleimzellen mit Schleimmembran (bez. der Malvaceenschleimzellen vergl. Rad. althaeae); auch vereinzelte Epidermiszellen zeigen Schleimmembranverdickungen. Oxalatdrusen finden sich besonders in der Nähe der Nervenbündel. Die Epidermis der Oberseite gleicht ziemlich der der Unterseite. Beide besitzen Zellen, deren Wände wellig gebogen sind (Fig. 23), beide führen Spaltöffnungen (*st*, Fig. 23). Die letzteren sind von 3 (bis 4) Nebenzellen umgeben und zeigen an den Enden eigentümliche Zapfen (×, Fig. 23).

Die Haare sind meist einzellige, etwas gekrümmte Borsten mit kolbig-verdickter Basis. Sie sind besonders auf der Unterseite der Nerven reichlich zu finden und sitzen dort, wie auch an einigen Stellen der Blattunterseite, für gewöhnlich Gewebspolstern auf (*t*, Fig. 23). Neben diesen einzelligen Haaren, die die Mehrzahl bilden und z. B. immer den Rand säumen, trifft man dann auch noch, wennschon für gewöhnlich nur vereinzelt und nur auf der Blattunterseite, zwei- bis sechs- oder gar siebenstrahlige Sternhaare an. Die Oberseite führt in der Regel nur einzellige Haare. Die Basis der Blätter ist meist stärker behaart wie der übrige Teil. Manchmal fehlen die Haare fast ganz auf der Blattfläche und sind nur auf die Nerven und den Blattrand beschränkt und auch dort spärlich (vergl. oben). Auch die Köpfchenhaare mit einoder mehrzelligem Stiel sind besonders an den Nerven zu finden.

Die stark nach unten vorspringenden Hauptnerven führen ein grofses collaterales Bündel mit radialstrahlig-fächerförmig angeordnetem Gefäfsteil. Auf der Unterseite des Nerven liegt ein breites, subepidermales Kollenchymband, auf der Oberseite ein keilförmig vorspringender subepidermaler Kollenchymstreifen.

Oft findet man Teleutosporenhäufchen der Puccinia Malvacearum auf den Blättern.

Der Blattstiel ist bei Malva silvestris 10 cm oder mehr lang, oben rund im Querschnitt, unten oberseits flach oder rinnig vertieft, meist sehr stark behaart, besonders gegen die Basis der Blattspreite hin. Bei Malva neglecta ist er gewöhnlich länger, circa 20 cm. Die längsten, die ich mafs, waren 27 cm lang.

Fol. althaeae.

Eibischblätter, Altheeblätter, Feuilles de guimauve, Marsh-mallow leaves, Althea-leaves.

Die Blätter von Althaea officinalis L. sind nicht sehr lang gestielt, der Blattstiel mifst etwa 4 cm. Die Nebenblätter sind lineal, zugespitzt, 5—8 mm lang. Sie fallen leicht ab. Die Blattspreite ist meist 5—8 (bis 10) cm lang und an der breitesten Stelle 4—6 (bis 8) cm breit. Die oberen Blätter sind eiförmig, an der Spitze stumpf, an der Basis abgerundet oder schwach herzförmig, die unteren drei- bis fünflappig mit längerem Mittellappen. Die Lappen sind spitz, die Einschnitte

zwischen ihnen nicht tief. Der Rand ist doppelt gesägt-gekerbt. Sie sind beiderseits so dicht behaart, dafs sie graufilzig erscheinen.

Die Blätter zeigen nur eine Reihe Palissaden (*p*, Fig. 24 u. 26) und wenige Reihen reich durchlüfteten Merenchyms (*mer*, Fig. 24 u. 26), das aus ungewöhnlich gestreckten Zellen besteht. Die Epidermiszellen der Oberseite sind, im Querschnitt betrachtet, ziemlich grofs und hoch (*Epo*, Fig. 24 u. 26), die Epidermiszellen der Unterseite sind flacher. Von der Fläche betrachtet gleichen sie einander. Sie besitzen wellig verbogene Seitenwände (Fig. 27). Wegen der aufserordentlich starken Haarbedeckung beider Seiten sind sie schwer zu erkennen. Spaltöffnungen (*st*, Fig. 26 u. 27) finden sich auf beiden Seiten. Die Haare sind hier auf der Blattfläche, im Gegensatze zu Fol. Malvae, nur selten einzellige Borsten, sondern in der Regel mehrstrahlige Sternhaare ($t_{,,,}$, Fig. 24, 26, 27). Man findet 2—6, seltener sogar bis acht einzellige Sternstrahlen. An der Basis sind die Haare resp. die Sternstrahlen meist mit etwas erweiterter Haarwurzel der Epidermis eingefügt. Daselbst zeigen sie auch die charakteristische Tüpfelung. Auf Gewebspolster sind sie für gewöhnlich nicht erhoben, jedenfalls bleiben die letzteren flach. Am Blattrande finden sich fast ausschliefslich einzellige Borsten. Der stark nach unten ausladende Mittelnerv führt ein grofses Bündel, dessen radialstrahliger Holzteil (*gth*, Fig. 24) von Markstrahlen durchzogen wird und dessen der Blattunterseite zugekehrter Siebteil (*sb*, Fig. 24) durch Rindenstrahlen eine Gliederung in einzelne Streifen erfährt. An der Oberseite der Mittelnerven läuft ein im Querschnitte rundlicher Kollenchymstreifen, an der Unterseite ein bogenförmiges subepidermales Kollenchymband (*col*, Fig. 24). Besser wie beim Mittelnerven ist bei den Sekundärnerven das Kambium zwischen Gefäfs- und Siebteil zu sehen (*c*). An diesen Sekundärnerven ist die Lamina der Regel nach etwas eingezogen (Fig. 26), so dafs das Querschnittsbild bogenförmige Vorwölbungen und Einschnürungen erkennen läfst. Kalkoxalatdrusen (Fig. 25) finden sich vornehmlich in der Nähe der Nerven (Fig. 24 u. 26). Auch die eigentümlichen Köpfchenhaare ($t_{,}$, Fig. 24 u. 26) sind besonders in der Nähe der Nerven zu finden. Ebenso trifft man die Schleimzellen ganz besonders im Nervenparenchym (*Sche*, Fig. 24). Daselbst sind sie oft sehr zahlreich. Neben diesem führt dann in erster Linie die Epidermis Schleimzellen (*Schle*, Fig. 24 u. 26). Ja man kann die Epidermis sogar vornehmlich als den Sitz des Schleimes der Altheeblätter betrachten. Die Schleimzellen der Epidermis führen ebenso wie die des Mesophylls, den Schleim in der Form von Schleimmembranen. Während aber die Schleimzellen der Nerven ringsum gleichmäfsig stark verdickte Membranen besitzen (*Sche*, Fig. 24), sind die Schleimzellen der Epidermis meist nur an der Innenseite verdickt (*Schle*, Fig. 24, 26 u. 28).

Das Pulver.

Das Pulver der Malven- und Althaeablätter ist an den charakteristischen Haaren leicht kenntlich und zu unterscheiden. Da besonders beim feinen Pulvern diese Haare stark zertrümmert werden, ist besonders auf die Haarbasis zu achten, die in der Regel erhalten bleibt und sehr eigenartig gestaltet ist (vergl. die Abbildungen). Prävalieren reichgliedriger Sternhaare zeichnet Althaea vor Malva aus.

Althaeablattpulver ist als Verfälschung von Fol. digitalis beobachtet worden.

Tafel 71.

Erklärung der Abbildungen.

(*Malva silvestris L.*)

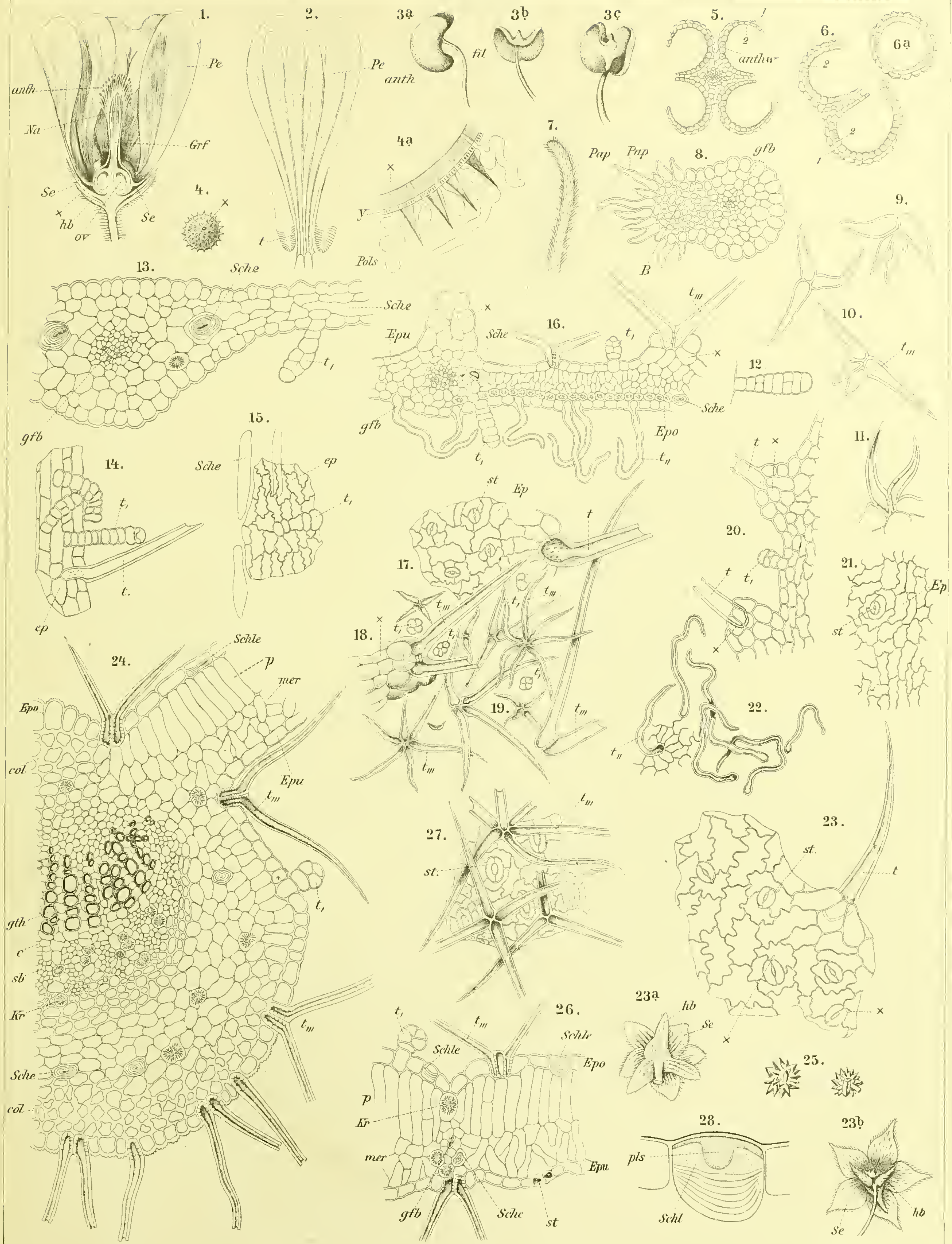
Fig. 1. Längsschnitt durch eine Blüte.
„ 2. Ein Blatt der Corolle, an der Basis zwei Randhaarstreifen (*t*).
„ 3 a, b, c. Antheren.
„ 4. Pollenkorn.
„ 4 a. Rand eines Pollenkornes mit ausgetretenen Pollenschläuchen. × Austrittsstellen, *y* Stäbchenschicht.
„ 5, 6, 6 a. Querdurchschnitte durch die Antherenwand.
„ 7. Narbenschenkel.
„ 8. Narbenschenkel, quer durchschnitten.
„ 9—11. Sternhaare vom Filament.
„ 12. Mehrzelliges Haar vom Filament.
„ 13. Querschnitt durch ein Blumenblatt, am Nerven (*gfb*).
„ 14. Epidermis der Oberseite des Blumenblattes, Flächenansicht.
„ 15. Epidermis der Unterseite des Blumenblattes, Flächenansicht. *Sche* durchscheinende Schleimzellen.
„ 16. Querschnitt durch ein Kelchblatt. *Epo* Epidermis der Innen- oder Oberseite.
„ 17—19. Flächenansichten der Epidermis und der Haare der Aufsen-(Unter-)Seite des Kelchblattes.
Fig. 18. Haartragender Gewebshöcker.
„ 20. Blattrand des Kelches, Innen- oder Oberseite.
„ 21. Epidermis der Oberseite des Kelches, Flächenansicht.
„ 22 Haare von der Oberseite des Kelches
„ 23. Epidermis der Oberseite des Laubblattes von Malva silvestris L.
„ 23 a. Aufsenkelch (*hb*) und Kelch (*se*) der Blüte von Malva silvestris L., von unten gesehen.

(*Malva neglecta Wallroth.*)

Fig. 23 b. Aufsenkelch (*hb*) und Kelch (*se*) der Blüte von Malva neglecta Wallroth.

(*Althaea officinalis L.*)

Fig 24. Querschnitt durch ein Laubblatt, am Mittelnerven.
„ 25. Oxalatkristalldrusen aus dem Laubblatt.
„ 26. Querschnitt durch das Laubblatt an einem Nervenast.
„ 27. Epidermis der Oberseite des Laubblattes mit den Sternhaaren.
„ 28. Epidermiszelle des Laubblattes mit in Bildung begriffener Schleimmembran.



Lith. Anst. v. C. Kirst. Leipzig

Rad. gentianae rubr.

Enzianwurzel, Roter Enzian, Racine de gentiane, Gentian-root.

Die Enzianwurzel könnte ebensogut Enzianrhizom heifsen, denn oftmals besteht bei den Stücken der Droge die reichliche Hälfte aus Rhizom, wenigstens bei den von Gentiana lutea L. stammenden Stücken. Die entsprechend der geringeren Gröfse der ganzen Pflanze erheblich kleineren Rhizome und Wurzeln von Gentiana pannonica Scop., Gentiana purpurea L. und Gentiana punctata L. zeigen zwar oftmals das gleiche Verhältnis, doch überwiegt bei ihnen bisweilen der Rhizomteil so stark, dafs ich vorziehen würde, sie „Rhizoma gentianae" zu nennen. Aber auch in der Droge von lutea habe ich Stücke gefunden, die fast ganz aus Rhizom bestanden. Was Rhizom ist und was Wurzel, ist leicht zu entscheiden, da das Rhizom deutliche Querringelung zeigt (Fig. 1, 4 u. 5).

Das Rhizom von Gentiana lutea L. (dies sei der Beschreibung zu Grunde gelegt) ist ein vertikal in der Erde stehender unterirdischer Sprofs, der sich aus dem hypokotylen Gliede, sowie dem Epikotyl der Keimpflanze entwickelt und der eine sogar an der Droge der Regel nach noch gut zu erkennende Eigentümlichkeit besitzt. Die Hauptwurzel, in welche das hypokotyle Glied nach unten zu ausläuft, stirbt nämlich frühzeitig ab und an ihre Stelle tritt eine seitlich von der Ursprungsstelle derselben, also an der Basis des Rhizoms resp. des früheren hypokotylen Gliedes entspringende oder eine weiter oben am Rhizom entstehende Nebenwurzel. Da nun im letzteren Falle alle unterhalb der Insertionsstelle der Wurzel liegenden Rhizomteile allmählich absterben, so bieten die Drogenstücke vier Typen dar. Im ersten Falle (Fig. 4) ist die Hauptwurzel (*wu*) noch erhalten und die Nebenwurzel (*nwu*) beginnt zu erstarken, im zweiten Falle (Fig. 1) ist die Hauptwurzel abgestorben (bei ×, Fig. 1), die neben der Hauptwurzelinsertionsstelle inserierte Nebenwurzel ist erstarkt und bildet nunmehr das Ernährungsorgan (*wu*, Fig. 1), im dritten Falle ist eine weiter oben am Rhizom entstehende Nebenwurzel (z. B. *wu*,, Fig. 4) herangewachsen und erstarkt; der oberhalb derselben liegende Rhizomteil ist am Leben und in lebhafter Thätigkeit, der darunter liegende beginnt abzusterben (Fig. 5). Doch kann das Absterben noch lange Zeit sich hinziehen. Dann haben wir ein langes Rhizomstück mit abgestorbener Basis und einer mehr oder weniger kräftigen Nebenwurzel. Endlich kann der Fall eintreten, dafs sich der zweite und dritte Typ miteinander kombinieren, d. h., dafs aufser der an der Insertionsstelle der (abgestorbenen) Hauptwurzel entspringenden Nebenwurzel auch eine oder mehrere der weiter oben entstehenden Nebenwurzeln heranwachsen. Dann bleibt natürlich das unterhalb der letzteren liegende Rhizomstück erhalten und an dem langen Rhizome sitzen eine oder mehrere Wurzeln. Die Regel ist, dafs die Hauptwurzel fehlt. Die sie vertretende Nebenwurzel kann, wenn erstarkt, sich in ein oder mehrere gleichmäfsige Zasern teilen oder mehr oder weniger kräftige Seitenwurzeln bilden. Doch neigt im allgemeinen Gentiana nicht zu reichlicher Zaserbildung. Tritt Bildung von kräftigen Nebenwurzeln ein, so pflegt die relative Hauptwurzel abzusterben. Junge Rhizome sind unverzweigt. Oft wird das senkrecht im Boden stehende, nur wenig gekrümmte Rhizom viele Centimeter lang, bevor an seiner Spitze Gabelungen eintreten. An älteren Rhizomen von Gentiana lutea findet man fast regelmäfsig Gabelung (Fig. 5). Diese Rhizome erscheinen dann vielköpfig. Bei Gentiana purpurea fand ich schon bei relativ dünnen Rhizomen (wie sie etwa der Fig. 4 entsprechen) Mehrköpfigkeit. Die Bildung solcher Rhizomgabelungen geschieht in der Weise, dafs eine oder mehrere, in der Achsel von Laubblättern sitzende Knospen heranwachsen (Fig. 4). Bei Fig. 4 sind aufser der Hauptknospe (*kn*) bereits drei solcher Seitenknospen entwickelt (*kn, kn,, kn,,,*), bei Fig. 5 zwei. Angelegt werden übrigens frühzeitig viele solcher Knospen (*kn*, Fig. 5), aber dieselben kommen oft Jahrzehnte lang nicht zur Entwickelung. Bestimmt kommen sie zur Entwickelung erst, wenn die Pflanze sich zum Blühen anschickt. Denn nach dem Abblühen stirbt die terminale Knospe ab und eine oder mehrere Seitenknospen übernehmen dann die Führung.

Bei den Stücken der Droge, soweit dieselbe von Gentiana lutea stammt, sind Knospen selten, da für gewöhnlich vor dem Trocknen die Knospen entfernt (Fig. 1) und Rhizom wie dickere Wurzeln der Länge nach halbiert werden. Dagegen fand ich sie bei den schmächtigeren Rhizomen von Gentiana purpurea und punctata noch recht oft. Durchschneidet man eine solche Knospe der Länge nach, so findet man, dafs der flache Vegetationspunkt in der Mitte einer breiten, flachen Mulde liegt (Fig. 6), die die Spitze des Sprofses bildet, und dafs die Blätter der Knospe dicht gedrängt ihn umschliefsen. Die Blätter bilden zweigliedrige dekussierte Blattpaare (Fig. 4, oben, u. 5). Ihre Basen sind verwachsen und umschliefsen also den Sprofs ringsum (Fig. 4). Sie hinterlassen nach dem Abfallen Blattnarben, die ziemlich dicht aufeinander folgen (I, Fig. 4) und bei denen die Narben der Herbstblätter oft deutlicher hervortreten als die übrigen. Verfolgt man das

Rhizom dann weiter nach unten, so findet man, dafs diese Querstreifen immer enger aneinander rücken (II, Fig. 4) und die basalen Partien des Rhizoms aufserordentlich dicht und fein geringelt sind (Fig. 1 bei *y* u. 5). Diese sehr zahlreichen und feinen Ringelungen kommen durch eine Faltung der sehr reich durchlüfteten, lebhaft sich teilenden lockeren äufseren Rindenschicht offenbar infolge Stauchung des Rhizoms zu stande, entsprechen also nur zum Teil Blattansatzstellen. Denn, obwohl fortdauernd oben am Rhizom neue Partien hinzuwachsen, tritt dasselbe doch niemals über den Boden. Die Wurzeln mögen es ja wohl, besonders in lockeren Böden, etwas nach unten ziehen, aber im allgemeinen dürfte die Basis des Rhizoms festliegen. Dies bedingt nun eine Stauchung und demgemäfs eine Faltung der lockeren Randpartie, die um so stärker hervortreten wird, je tiefere Partien des Rhizoms in Betracht kommen. Diese Stauchung kommt auch in den ganz aufserordentlichen Verbiegungen und Verkrümmungen der Gefäfse im centralen Teile des Rhizoms zum Ausdruck. Die Querringelung setzt sich an der Grenze von Rhizom und Wurzel meist scharf ab (*y*, Fig. 1 u. 4), oft sogar aufserordentlich scharf (*y*, Fig. 1), so dafs ein Zweifel darüber, wieweit das Rhizom reicht, nicht bestehen kann. Denn den Wurzeln pflegen die zarten Querfalten gänzlich zu fehlen. Sie besitzen nur Längsrunzeln (*wu*, Fig. 1 u. 4). Das Rhizom wird oft 20 und mehr Jahre alt, bevor es einen blütentragenden Sprofs treibt.

Die Farbe der Rhizome und Wurzeln ist ein eigenartiges rötliches-braun. Im Innern erscheinen sie frisch hell, trocken hell-rötlich-braun.

Das Lupenbild des Rhizoms (Fig. 2) gleicht im allgemeinen dem Lupenbilde der Wurzel (Fig. 3), bei beiden hebt sich die Rinde und Holzkörper trennende Kambiumlinie deutlich hervor. Ein ausgesprochen radial-strahliger Bau ist weder in der Rinde noch im Holzkörper zu konstatieren, doch zeigen bisweilen die Randpartien des letzteren und die dem Kambium benachbarten Teile der Rinde da und dort zarte, wenig deutliche Radialstrahlen (Fig. 2 u. 3), die nach Befeuchten im Holzkörper stärker, in der Rinde schwächer hervortreten oder dort ganz verschwinden, resp. Tangentiallinien Platz machen. Der einzige Unterschied zwischen dem Lupenbild von Rhizom und Wurzel ist der, dafs in dem centralen Teile des ersteren die dort streichenden Gefäfse aufserordentlich gebogen und verkrümmt sind und das Gewebe in grofsen Bogen und Schleifen durchziehen, während auch die central gelegenen Gefäfse der Wurzel ziemlich gerade streichen oder doch nur wenig gekrümmt sind.

Der primäre Bau der Wurzel — da die Hauptwurzel der Droge meist fehlt, berücksichtige ich nur Nebenwurzeln — ist diarch oder triarch (Fig. 16). Es liegen also im Innern zwei oder drei Gefäfsplatten (*gth*) und mit diesen alternierend zwei bezw. drei Siebteilstreifen (*sb*, Fig. 16). Das Perikambium (*pc*) ist zart, die Endodermis ungewöhnlich derbwandig (*end*, Fig. 16) und schon bei zarten Wurzeln deutlich in Teilung begriffen. Oft zeigen schon Wurzeln von nur 0,23 mm Durchmesser ein oder mehrere Radialwände. Die Zellen der primären Rinde sind sehr zartwandig und führen (ob immer?) eine endotrophische Mycorhiza (*y*, Fig. 16). Nur die subepidermale Zellreihe, die man wohl der Verkorkung ihrer Primärwände wegen als äufsere Endodermis betrachten kann, ist derbwandig und kleinzellig (×, Fig. 16). Die Epidermiszellen besitzen eine stark verdickte Aufsenwand (*Ep*, Fig. 16). Schon frühzeitig wird die primäre Rinde abgeworfen. Sie ist schon stark zerrissen bei 0,3 mm dicken Wurzeln, aber noch bei 0,7 mm dicken findet man sie bisweilen erhalten, allerdings sind dann die inneren Zellschichten stark obliteriert. Nach dem Abwerfen erfolgt dann das sekundäre Wachstum des centralen Gefäfsbündelcylinders in typischer Weise (Angew. Anatomie, S. 368), dessen radialer Bau nunmehr kollateral wird (Fig. 17). Bei einer 1 mm dicken Wurzel finden wir folgenden Bau. Zu äufserst liegt die in lebhafter Teilung begriffene (innere) Endodermis (*end*, Fig. 17). Die Zellen derselben sind ebenso im Querschnitt wie in der Flächenansicht höchst merkwürdig gebaut (Fig. 17 u. 18). Die primäre Membran der Mutterzelle (×, Fig. 18) ist verkorkt und tritt daher der Umrifs der letzteren auf das deutlichste sowohl im Querschnitt (Fig. 17) als auch im Flächenschnitt (Fig. 18) hervor. Die Wände der durch lebhafte Teilung innerhalb der Mutterzelle entstandenen Tochterzellen (*y*, Fig. 18) bleiben dauernd unverkorkt. Sie sind relativ dick und quellbar. Unterhalb dieser eigenartigen Endodermis liegt das Perikambium. Die Zellen desselben sind bereits in diesem Stadium verkorkt und in Tangentialteilung begriffen (*pc*, Fig. 17). Das Perikambium ist also zum Phellogen geworden. Die auf das Perikambium folgende Zellschicht hat sich ebenfalls durch Teilung vermehrt und hat ein eigenartiges kollenchymatisches Gewebe erzeugt (*col*, Fig. 17). Der Siebteil der Bündel ist nach aufsen geschoben (*sb*, Fig. 17) und ist nach innen zu vom Kambium begrenzt (*c*, Fig. 17). Der Gefäfsteil liegt im Innern (*gth*, Fig. 17). In dieser Phase der Entwickelung sind die Holz- und Siebbündel (ich zähle 3—5) noch fast ganz isoliert, die Gefäfsteile noch nicht zu einem centralen Cylinder, die Siebteile noch nicht zu einer peripheren Röhre zusammengeflossen, das Kambium für gewöhnlich auf die Bündelstreifen beschränkt und noch nicht interfascicular ausgebildet. In diesem Stadium kann man also von Gefäfs- und Siebteile trennenden Markstrahlen bez. Rindenstrahlen reden (*mk*, Fig. 17). Das verwischt sich aber bald. Kurze Zeit nachdem die Endodermis infolge vermehrter Korkzellbildung abgestofsen worden ist, schliefst sich das Kambium zum Ringe und nunmehr sind Mark- und Rindenstrahlen nicht mehr deutlich wahrzunehmen. Und so bleibt es nunmehr. Immerhin kann aber auch noch bei einer älteren 15 mm dicken Wurzel, wenigstens in den äufseren Partien bisweilen eine den Gefäfsteilen benachbarte Zellreihe als Markstrahl gedeutet werden (*mk*, Fig. 8) und die Fortsetzung derselben in der Rinde als Rindenstrahl (*rst*, Fig. 8). Dies ist aber keineswegs immer der Fall. Oft ist nichts zu finden, was einem Markstrahl ähnlich sähe.

Der Bau der fertigen Wurzeln, wie sie in der Droge vorliegen, ist nunmehr leicht zu verstehen. Zu äufserst liegt, da die Endodermis frühzeitig abgestofsen wird, ein aufsen ab-

sterbender und sich von Innen her ergänzender Korkmantel (*k*, Fig. 7), der, wie wir oben sahen, perikambialen Ursprungs ist. Dann folgt eine schmale, bisweilen kollenchymatische Schicht oder doch eine Partie, deren Zellen dickere Tangentialwände besitzen (*col*, Fig. 7), die ihren Ursprung in der subperikambialen Zone nimmt. Diese Partie ist nach innen hin ziemlich stark zerrissen. Ihre Zellen bleiben auch in der Längsrichtung kurz und rundlich. Dann folgt die Schicht der primären Siebbündel (*sb*, Fig. 7 u. 10), die stark nach aufsen geschoben wurden, und endlich gegen das Kambium hin die sekundäre Rinde. Dieselbe besteht vorwiegend aus besonders in den äufseren Rindenpartien reichdurchlüftetem Phloemparenchym, dessen Zellen (*php*, Fig. 8) meist wohl erhaltene Zellkerne (*ke*, Fig. 11) und dicke quellbare Wände besitzen, die mit Chlorzinkjod sich bläuen. In den inneren Rindenpartien sind und bleiben die Phloemparenchymzellen so lang wie die Kambiumzellen, aus denen sie entstehen. In den äufseren Partien teilen sie sich und die Teilprodukte runden sich ab zu rundlichen Parenchymzellen, die, da sie der Rindendehnung nicht folgen, sich von einander lösen und Interzellularräume bilden. Sie zeigen bisweilen getüpfelte Wände (Fig. 12). Eingebettet in dieses Phloemparenchym finden sich Siebbündel von meist rundlichem Querschnitt (*sb*, Fig. 8). Dieselben bestehen vornehmlich aus Siebröhren, deren Glieder so lang wie eine Kambiumzelle sind (*s*, Fig. 11 u. 13) und nur wenig geneigte, in der Droge oft durch Callus verschlossene (Fig. 13) Siebplatten besitzen. Begleitet werden diese Siebröhren von eigentümlichen unverholzten Ersatzfasern (*Er*, Fig. 11), deren Wände eine charakteristische Skulptur erkennen lassen: sich rechtwinklig kreuzende zarte Streifen oder Netzleisten, die nur bei bestimmter Einstellung sichtbar sind. Die Siebbündel und ihre Ersatzfaserbelege bilden, wie der tangentiale Längsschnitt zeigt, anastomosierende Verbände.

Im ganzen Gewebe der Rinde, mit Ausnahme der Siebröhren, findet sich reichlich Kalkoxalat in feinen Nädelchen und kleinen gestreckten Tafeln. Die Kriställchen (*kr*, Fig. 7, 11, 12, 13) liegen fast immer der unteren Querwand der Zelle an. Sie folgen dem Gesetze der Schwere und sinken also auf den Boden der Zelle herab. Auch Zellkerne sind sehr häufig. Fast jede Zelle enthält einen Kern (*ke*, Fig. 11, 12, 13). Enzianwurzel eignet sich daher gut zur Demonstration der Zellkerne im Praktikum. Ebenso ist mindestens ein Tropfen mit Osmiumsäure sich schwärzendes fettes Öl in jeder Zelle nachweisbar. Stärke fehlt. Alkalische Alizarinlösung färbt die Inhalte, besonders die Zellen des Kambiums und der Rinde, aber auch die Gefäfswände tief blauviolett.

Übrigens liegen vornehmlich in den den Gefäfsstreifen entsprechenden Rindenstreifen Siebbündel (Fig. 8) weniger in in den gewissermafsen interfascicularen Partien, wo auch das Kambium (*c*, Fig. 8) viel später erst in Aktion tritt (vergl. Fig. 17, wo es daselbst noch ganz fehlt). Schon oben ist erwähnt worden, dafs die Membranen in Wasser quellen; wenn konzentrierte Schwefelsäure zerfliefst, erfolgt noch stärkere Quellung und vorübergehend werden Schichten sichtbar. Auch wirkliche Schleimbildung ist da und dort zu beobachten, die sowohl im Parenchym wie in den Siebbündeln ihren Sitz hat. Letztere sind ja auch anderwärts, z. B. beim Gummiarabikumbaum Hauptsitz der Schleimbildung. Fig. 15 zeigt ein in Verschleimung begriffenes Siebbündel. Hier, wie beim Parenchym, ist besonders eine Verschleimung der Interzellularsubstanz zu beobachten. Von dort geht jedenfalls die Verschleimung aus. Die verschleimten Partien färben sich mit Chlorzinkjod nur mattblau.

Innerhalb des Kambiums liegt der Gefäfsteil. Derselbe besteht aus zahlreichen isolierten oder zu weniggliederigen Gruppen vereinigten Gefäfsen und Holzparenchym. Da und dort sind in das Gewebe auch hier Siebteilgruppen eingestreut (*sb*, Fig. 9). Die Gefäfse (*gf*, Fig. 8 u. 9) sind entweder Leiter- oder Netzleistengefäfse (Fig. 14). Im äufseren Teile gegen das Kambium hin sind sie oft zu undeutlichen Radialreihen angeordnet (Fig. 3), dort verlaufen sie auch in der Längsrichtung ziemlich gerade. Im innersten Teile der Wurzel sind sie unregelmäfsiger verteilt (Fig. 3), auch verlaufen sie dort nicht gerade, sondern sind etwas gekrümmt. Die Gefäfse sind die einzigen Elemente des Querschnittes, die sich mit Phloroglucin-Salzsäure rot färben. Im Gefäfsteile findet sich ferner reichlich Holzparenchym, dessen Zellen nicht wesentlich von den Phloemparenchymzellen abweichen. Sie führen Oxalatnädelchen, fettes Öl, je einen Zellkern und Plasmareste. Sie lassen zwischen sich mehr oder weniger grofse Interzellularen und sind im Querschnitt oft eigentümtümlich hin und her gebogen, bizarr verkrümmt nnd verzerrt (Fig. 8 u. 9). In den äufseren Partien des Gefäfsteils behalten die Holzparenchymzellen die Länge der Kambiumzellen, im centralen Teile erleiden sie Teilungen und dort liegt daher ein Gewebe rundlicher Parenchymzellen mit reichlichen Interzellularen. Die Siebbündel des Holzkörpers weichen in nichts von denen der Rinde ab. Auch in ihnen beobachtet man manchmal Schleimbildung. Verholzt sind nur die Gefäfswände.

Der anatomische Bau des Rhizoms weicht in keinem Punkte wesentlich von dem dickerer Wurzeln ab. Auch das Lupenbild (Fig. 2) ist sehr ähnlich dem der Wurzel (Fig. 3). Nur im centralen Teile beobachtet man reichlichere Biegungen und Krümmungen der dort befindlichen Gefäfse.

Die die Stengel rings umschliefsenden Blatttuten führen einen Kranz grofser Bündel mit mächtigen Belegen. Sclereiden fehlen auch ihnen, wie dem Rhizom und den Wurzeln.

Das Pulver.

Das Pulver des Enzian bietet wenig Charakteristisches. Stärke fehlt, Gypsnadeln erhält man reichlich, wenn man in konzentrierter Schwefelsäure beobachtet, wo dann auch die Öltröpfchen gut hervortreten. Am besten legt man in Chlorzinkjod ein. Da treten die sich gelb färbenden Fragmente der Netzleistengefäfse und die dicken, sich schnell bläuenden Wände der übrigen Gewebselemente deutlich und wohl von einander unterschieden hervor.

Tafel 72.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Rhizomstück (*Rhiz.*) mit ansitzender Nebenwurzel (*wu*) bei × die Narbe der abgestorbenen Hauptwurzel. Das Rhizom reicht bis *y*.

„ 2. Lupenbild des Rhizoms.

„ 3. Lupenbild einer dickeren Nebenwurzel.

„ 4. Junges Rhizom mit mehreren Sprofsanlagen an der Spitze (kn—$kn_{,,,}$). Die Hauptwurzel (*wu*) noch erhalten. Das Rhizom reicht bis *y*.

„ 5. Rhizom mit mehreren Sprofsanlagen an der Spitze. Eine oben am Rhizom entspringende Nebenwurzel (*wu*) bewirkt die Ernährung. Das unter der Ansatzstelle derselben liegende Rhizomstück beginnt abzusterben.

„ 6. Sprofsscheitel längsdurchschnitten. Lupenbild.

„ 7. Querschnitt durch die Randschicht einer dickeren Wurzel.

„ 8. Querschnitt durch die Kambialschicht derselben Wurzel.

„ 9. Querschnitt durch die innerste centrale Schicht derselben Wurzel.

Fig. 10. Radialer Längsschnitt durch die Randschicht der Wurzel.

„ 11. Längsschnitt durch ein Siebbündel nebst benachbartem Gewebe (frisches Sommermaterial).

„ 12. Getüpfelte Zelle der Rinde, Längsansicht.

„ 13. Längsschnitt durch ein Siebbündel (Droge). Siebröhren mit Callus.

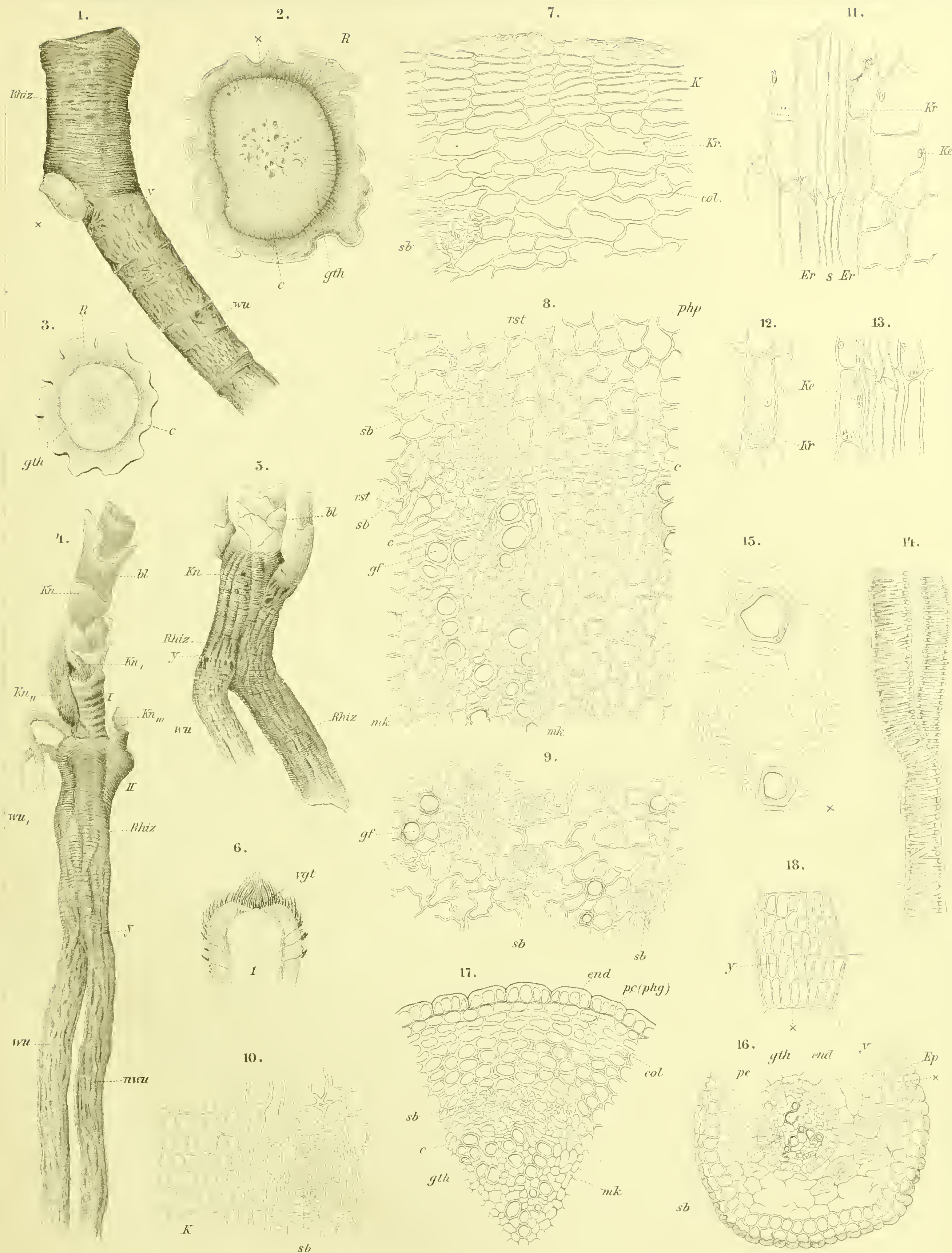
„ 14. Gefäfs in Längsansicht.

„ 15. Querschnitt durch ein in Verschleimung begriffenes Siebbündel.

„ 16. Querschnitt durch eine ganz zarte Wurzel, die noch den primären Bau zeigt.

„ 17. Querschnitt durch eine etwas ältere Wurzel, bei der noch die jetzt zu äufserst liegende innere Endodermis (*end*) erhalten ist.

„ 18. Eine Zelle dieser inneren Endodermis mit ihren zahlreichen Tochterzellen. Flächenansicht.


1.
2.
7.
11.
Rhiz
R
K
Kr
Ke
col
sb
c
gth
wu
Er s Er
3.
8.
rst
php
12.
13.
sb
c
5.
bl
Kn
Rhiz
y
Rhiz
gf
mk
4.
15.
14.
9.
6.
vgt
I
18.
17.
end
pc(phg)
col
mk
10.
K
sb
16.
gth
end
Ep
pe
nwu
II
wu

Anthodia cinae.

Inflorescentia cinae, Flores cinae, Sem. cinae, Sem. contra, Sem. santonici, Sem. sanctum, Wurmsamen, Zittwersamen, Sebersaat, Semencine ou Barbotine, Wormseed.

Seit dem 17. Jahrhundert ist es bekannt, dafs die Droge kein Same ist. Es ist unschwer festzustellen, dafs sie aus den unentwickelten Blütenkörbchen einer Composite besteht. Die Stammpflanze, die in Turkestan heimisch ist, ist eine Form der weitverbreiteten Artemisia maritima, die man als Artemisia maritima L. α pauciflora Ledebour oder als Artemisia maritima L. var. Stechmanniana Bess. (Artemisia pauciflora Weber) bezeichnen kann, die aber von einigen auch als besondere Art, als Artemisia Cina Berg, von Artemisia maritima abgetrennt wird.

Ich verdanke Herrn Woldemar Ferrein einige ganze Originalpflanzen, die derselbe aus Turkestan erhielt. Diese wie die Handelsware sind der Beschreibung zu Grunde gelegt. Die erwähnten Pflanzen hatten ohne die Wurzeln eine Höhe von circa 45 cm, besassen fast keine Laubblätter mehr, aber individuenreiche Blütenstände. Die Blütenkörbchen, die ihrerseits je eine Partial-Inflorescenz repräsentieren, sind nun wiederum zu rispenartigen Blütenständen vereinigt. Die Seitenachsen dieser Rispen entspringen in der Achsel von zarten, gefiederten Hochblättern, deren Scheide die Achse umfafst und die zwei lineale Seitenfiederblättchen und ein in mehrere lineale Lappen zerteiltes mittleres Fiederblatt besitzen (Fig. 27). Die weiteren Verzweigungen und die oberen Rispenstrahlen entspringen gleichfalls in der Achsel von Hochblättern, aber dieselben sind je weiter nach oben um so einfacher gebaut. Zuerst fällt die Zerteilung der Mittelfieder weg, dann die beiden Seitenfiedern. Die obersten Hochblätter sind nur einfach lineale Blättchen (×, Fig. 1). Die Zweiglein, welche an der Spitze das Körbchen tragen, sind oft auch noch mit kleinen Hochblattschuppen besetzt (*y*, Fig. 1 u. 2), die als Vorblätter des Hüllkelches, der das eigentliche Hochblattinvolukrum des Körbchens (*hb*, Fig. 1 u. 2) bildet, zu betrachten sind.

Die bräunlich-grünen, länglichen oder eilänglichen Blütenkörbchen, wenn unentwickelt (wie bei der Droge) geschlossen, wenn reif sparrig offen, sind 3—4 mm lang und etwa 1 mm breit und im Querschnitt (Fig. 2a) fast rund. Sie sind sitzend oder kurz gestielt. Der Hüllkelch besteht aus 10—18 Blättchen. Die untersten äufseren sind breit elliptisch, etwa 0,5 mm lang und relativ dick. Die oberen inneren oblong oder lineal. Alle haben eine stumpfe Spitze und einen hyalinen häutigen Rand an der Spitze und an den Seiten, die äufseren eine braungrüne, kielartig vorspringende Mittelrippe. Alle sind mit gelben Drüschen besetzt. Die 3—6 Blüten sind hermaphrodite, aktinomorphe Scheibenblüten. Sie sitzen auf flachem kahlem Blütenboden. Der Fruchtknoten der (in der Droge fehlenden) ganz entwickelten Blüten ist circa 1 mm lang, umgekehrt kegelförmig, von der Seite etwas zusammengedrückt, kahl. Der Kelch nur als schwacher, kaum sichtbarer Ringwulst entwickelt. Die Corolle ist bei den ganz entwickelten Blüten circa 2 mm lang, keulenförmig, dem Fruchtknoten schief aufgesetzt, fünflappig, mit spitzen Lappen, drüsig. Die Stamina sind unterhalb der Mitte der Corolle inseriert. Sie tragen sehr lange Antheren. Der Griffel ist 2 mm lang und gegen die Mitte in zwei Narbenschenkel gespalten.

Die Blüten des Körbchens sind bei der Droge in der überwiegenden Zahl noch unentwickelt. Durchmustert man eine gröfsere Anzahl von Inflorescenzen, so kann man Blüten in allen Stadien der Entwickelung finden. Zunächst solche, bei denen die Blütenteile — Corolle, Stamina, Griffel — erst als kleine wulstige Höcker angelegt sind (Fig. 3—6) oder als gestreckte Wülste erscheinen (Fig. 8), dann solche, bei denen die Differenzierung schon weiter vorgeschritten ist (Fig. 7 u. 9) und namentlich die Blätter der Corolle schon deutlich hervortreten und endlich Blütenknospen, die schon eine deutliche Scheidung des Fruchtknotens von der übrigen Blüte erkennen lassen (Fig. 10). Wirklich vollständig ausgebildete Blüten habe ich in der Droge nur äufserst selten gefunden. Die obere Grenze bezeichnet etwa Fig. 10. Auch in diesem Stadium sind schon die Blüten und der Blütenboden mit Öldrüsen dicht besetzt (*oed*, Fig. 10). Auch das Ferrein'sche Exemplar, welches nach Angabe der Sammler den Zustand darstellt, in dem die Droge abgelesen wird, zeigt die Blütenknospen noch ganz unentwickelt. Dagegen besitzen die Exemplare der Pflanze, welche sich im Flückiger-Herbar [1]) finden und die Knapp im Frühsommer 1884 bei Tschimkent sammelte, fast ausschliefslich sparrig geöffnete Körbchen und entweder völlig entwickelte Blüten (Fig. 10a) oder gar keine mehr. Dieselben sind bei den unteren, älteren Körbchen bereits herausgefallen. Daraus folgt, dafs die Cina nicht im Sommer gesammelt werden kann, sondern im Frühjahr gesammelt werden mufs, wenn die Körbchen noch unentwickelt sind.

1) Dasselbe ist im Pharmazeutischen Institut der Universität Bern aufgestellt.

Bei den Blüten der Droge ist der Fruchtknoten noch kaum entwickelt, wohl aber erkennt man bereits, wenigstens an den am meisten vorgeschrittenen, die fünf Petala und bei einem Durchschnitt die fünf Antheren (*anth,* Fig. 11), welche die Staubfadenröhre bilden. (Vergl. andere Compositenblüten, wie z. B. Matricaria, Arnica und andere). Die Corolle bleibt zart. Wird sie an der Stelle oberhalb der Ansatzstelle der Filamente durchschnitten (Fig. 12), so zeigt sie höchstens fünf Zellschichten. Sie ist aufsen reichlich mit den für die Compositen typischen Öldrüsen (*oed*, Fig. 12) besetzt, die aus zwei nebeneinander stehenden Reihen von zarten Zellen bestehen und oben die zwei sezernierenden Zellen tragen (Fig. 16). Die Kuticula ist abgehoben. Zwischen ihr und den sezernierenden Zellen liegt das Sekret, das eine ölige Masse bildet, in der bisweilen feine Kriställchen von Santonin sich finden. Diese Öldrüsen finden sich auch in gröfster Zahl an der Aufsenseite der Hüllkelchblätter (*oed,* Fig. 18, 19, 20). In ihnen entsteht nicht nur das Cineol führende ätherische Öl, sondern auch das Santonin, welches man auch im Innern der Körbchen bisweilen (freilich selten) in lockeren Kristallen aufserhalb des Gewebes findet. (Andere dort auftretende Kristallfragmente sind Quarzsand, noch andere vielleicht Cinaebenkampfer.) Läfst man daher zu trocken zertrümmerten Körbchen alkoholische Natronlauge fliessen, so färben sich die eben erwähnten freiliegenden Kristalle, wo vorhanden, rot (unter gleichzeitiger Bildung von Santoninnatriumnadeln) und der Inhalt des Öldrüsensekretraumes, soweit er aus Santonin besteht, tief rot. Das Öl bleibt zunächst ungefärbt. Diese Reaktion tritt am intensivsten an den Drüsen der älteren Hüllkelchblätter, weniger stark an denen der jüngeren Hüllkelchblätter und denen der Blüten ein, wo man oft infolge Platzens der Öldrüsen und Verschmieren ihres Inhaltes eine allgemeine superficielle Rotfärbung beobachtet. Es scheint, dafs das Santonin nur in den Öldrüsen entsteht.

Dort, wo die Antheren liegen, ist die Corolle (*Pe,* Fig. 11) nur zweischichtig, aber auch mit Öldrüsen besetzt (*oed*, Fig. 11). Die Filamente (*Fil,* Fig. 12) führen ein zartes centrales Bündel und gleichen bei den entwickelten Blüten den Filamenten anderer Compositenblüten, so z. B. bezüglich der Ausbildung der Epidermis. Die fünf Antheren besitzen ein nach oben hin kegelförmig verlängertes, von Kristalldrusen (*kr*) durchsetztes Connectiv (*con*, Fig. 15) und sind dicht erfüllt mit rundlichen, dreibuchtigen Pollenkörnern (*Pol,* Fig. 11 u. 11a). Der im Querschnitt rundliche Griffel gabelt sich nach oben hin in zwei Narben (*grf,* Fig. 11), die mit kleinen Papillen dicht besetzt sind und nach oben hin in langzellige Haarpinsel endigen. Der Fruchtknoten (*fk*, Fig. 10a) besitzt an seiner Basis einen Kranz derber Zellen. Hier liegt die Ablösungsstelle der Frucht. Er ist von fünf Bündelchen durchzogen. So liegen die Verhältnisse bei entwickelten oder nahezu entwickelten Blüten, die, wie schon erwähnt, in der Droge selten sind.

Die in den unentwickelten Blütenkörbchen der Droge vorwiegend vorkommenden Blüten sind noch ganz meristematisch und die Gewebshöcker, welche die Anlagen der einzelnen Blütenorgane bilden, bestehen nur aus plasmaerfüllten Parenchymzellen. Querschnitte durch nicht mehr ganz junge Blütenknospen (Fig. 11b) lassen immerhin schon die fünf Staubgefäfsanlagen deutlich als fünf Primordien erkennen, die zwischen die Anlage der Corolle und des Griffels eingeschoben sind. In ihnen bilden sich dann später die Pollenmutterzellen. Am frühzeitigsten entstehen die Gewebshöcker der Corollenblätter. In dem Stadium, das in Fig. 8 dargestellt ist, sind die (später anatropen) Ovula (*ov*) bereits angelegt, die Integumente aber erst als Ringwall angedeutet.

Die Hauptmasse der Droge wird demnach von den Hüllkelchblättern gebildet, die in spiraliger Anordnung um die die Blüten tragende Sprofsspitze orientiert sind (Fig. 1, 2 u. 2a) Ihr Bau wird durch die Fig. 18—20 und Fig. 544 der Angew. Anatomie illustriert, ihr Umrifs durch Fig. 17 und die Fig. 503 der Angew. Anatomie. Die flache Seite liegt innen, die gewölbte nach aufsen, wie ein Durchschnitt durch ein Körbchen (Fig. 2a) zeigt. Die inneren Hüllkelchblätter sind zarter als die äufseren. Sie enthalten oft noch keinerlei mechanische Elemente (Fig. 18). Die mittleren und die äufseren führen dergleichen (*B*, Fig. 19 u. 20) und sind zum Teil sogar reich damit ausgestattet. Ebenso ist die Verdickung der Epidermisaufsenwand bei den äufseren Hüllkelchblättern erheblich mächtiger wie bei den inneren. Der Bau der Hüllkelchblätter ist also verschieden je nach der Partie des Körbchens, aus der man das Blatt entnimmt. Die innersten, noch mehr oder weniger meristematischen Blätter mögen hier übergangen werden. Sie bieten wenig Charakteristisches. Der Beschreibung lege ich die äufseren Hüllkelchblätter zu Grunde. Dieselben bestehen aus einer mehrschichtigen mittleren Partie, die den Nerven führt und zwei beiderseits an diese sich ansetzenden breiten Flügeln, die entweder ein- oder höchstens zweischichtig sind (×, Fig. 18—20). Die Flügel sind sehr charakteristisch. Die Zellen ihrer inneren Epidermis sind mit einer sehr stark verdickten äufseren Wand versehen, die nur gegen den Flügelrand hin etwas an Dicke abnimmt. Die nach aufsen gerichtete Epidermisaufsenwand ist relativ dünn. Betrachtet man diese Flügel von der Fläche, so sieht man, dafs sie aus gestreckten derben Zellen bestehen, die in fächerartig angeordneten Reihen liegen (Fig. 17, ×). Sie besitzen entweder glatte oder fein getüpfelte Wände (Fig. 24 u. 25). Sehr selten sind Spaltöffnungen (*st*, Fig. 25) und stets nur an den der mittleren Partie benachbarten Stellen der äufseren Seite zu treffen. Die mittlere Partie des Blattes besitzt auf der Innenseite eine Epidermis, die im allgemeinen mit der der Flügelinnenseite übereinstimmt. Die Aufsenseite der Epidermiszellen ist also auch hier stark verdickt. Die Epidermiszellen der Aufsenseite aber weichen von denen der Flügel (soweit solche daselbst überhaupt vorhanden sind) stark ab. Sie sind nur bei den innersten, halbmeristematischen Hüllkelchblättern zartwandig (*Epa,* Fig. 18), bei den mittleren schon zeigen sie an der Aufsenseite Verdickung (Fig. 19) und bei den äufsersten Hüllkelchblättern ist die Aufsenwand der Epidermiszellen nicht nur stark verdickt, sondern auch mit einer derben, wellig verlaufenden, an der Begrenzungslinie der Zellen eingefalteten

Kuticula bedeckt (*Epa*, Fig. 20 u. Fig. 544 der Angew. Anatomie). Von der Fläche betrachtet sind sie über dem Mittelnerven etwas gestreckt und zeigen getüpfelte Wände. Seitlich vom Mittelnerven sind sie isodiametrisch, und ihre Wand ist bisweilen etwas wellig verbogen (Fig. 23). Hier liegen nun in zwei breiten, beiderseits vom Mittelnerven und zwischen diesem und den Flügeln longitudinal verlaufenden Streifen auf der Aufsenseite des Blattes die Spaltöffnungen (*st*, Fig. 21, 23, 17) und die Öldrüsen (*oed*, Fig. 17—20), die Spaltöffnungen meist dem Mittelnerv genähert (Fig. 17). Die Öldrüsen, deren Flächenansicht das bekannte Bild der zwei nebeneinander liegenden, von der blasig abgehobenen Kuticula umschlossenen Zellen darbietet (Fig. 17, *oed*), deren Seitenansicht aus Fig. 18 bis 20 (*oed*) erhellt, führen unter der Kuticula das Santonin haltige Ölsekret (vergl. oben). Sie sind an dieser Stelle der Hüllkelchblätter aufserordentlich zahlreich und finden sich sogar schon an den jüngsten Hüllkelchblättern reichlich (Fig. 18). Diese Öldrüsen der Hüllkelchblätter dürften denn auch das Wertvollste der Droge sein. Das bei den innersten, jüngsten Hüllkelchblättern meristematische Mesophyll differenziert sich nun bei den älteren in eigenartiger Weise. Bei den mittleren Hüllkelchblättern findet man, der Epidermis der Blattaufsenseite anliegend, einen breiten Beleg mechanischer Elemente, der in der Mitte des Blattes über dem Nerven mehrschichtig, gegen die Seiten sich in einschichtige, oft unterbrochene Reihen auflöst und wohl auch von der Epidermis zurücktritt (*B*, Fig. 19). Die im Körbchen etwas weiter nach aufsen liegenden Hüllkelchblätter, die bereits in bescheidenem Mafse der Assimilation dienen, zeigen ein starkes Zurücktreten der mechanischen Elemente. Unter der Epidermis der Aufsenseite findet sich eine Reihe Chlorophyllkörner führender, isodiametrischer Zellen und der mechanische Beleg beschränkt sich auf die Umgebung des Nervenbündels. Bei den noch weiter aufsen liegenden Hüllkelchblättern tritt das assimilierende Gewebe in noch erfolgreichere Konkurrenz mit dem mechanischen. Die subepidermalen Chlorophyllzellen zeigen radiale Streckung, also Palissadenform (*p*, Fig. 20). Oftmals bemerkt man sogar mehrere Reihen von chlorophyllreichen Palissaden (Fig. 544 der Angew. Anatomie) und der mechanische Beleg ist auf einige wenige Zellen an der Aufsenseite der Bündel reduziert. Es unterliegt also keinem Zweifel: die äufseren Hüllkelchblätter dienen der Assimilation, die von den spärlichen und kleinen Laubblättern offenbar nicht ausreichend besorgt werden kann, die mittleren mechanischen Zwecken, sind also der eigentliche Hüllkelch. Vorwiegend in den der Assimilation dienenden äufseren Hüllkelchblättern ist denn auch für bessere Ableitung gesorgt. Der Blattnerv, der bei den übrigen Blättern einfach und unverzweigt bleibt (Fig. 18, 19 und Fig. 503 der Angew. Anatomie), entsendet bei ihnen beiderseits Äste, deren Endigungen sich im Assimilationsgewebe verteilen (*Ne*, Fig. 17). Dieser Nerv besteht aus einigen wenigen zarten Leisten- und Spiraltracheen und einigen zarten Siebelementen. Die mechanischen Zellen sind kurz (Fig. 22). Sie tragen nicht den Charakter von typischen Bastzellen, sind bisweilen sogar an den Enden nicht zugeschärft, sondern abgestutzt. Das Parenchym der Hüllkelchblätter führt Oxalatdrusen.

Auf der Aufsen- resp. Unterseite der Hüllkelchblätter finden sich bisweilen, nicht immer, Haare. Ich habe dieselben sowohl bei der Droge, wie bei dem Ferrein'schen Material, wie bei dem von Knapp gesammelten des Flückiger-Herbar's und einem „Artemisia Cina aus Dorpat durch Willkomm 1872“ bezeichneten Muster meiner Sammlung gefunden. Besonders die äufseren, der Assimilation dienenden Hüllkelchblätter scheinen reich an diesen Haaren zu sein (*t*, Fig. 17), während die inneren meist haarfrei sind (Fig. 503 der Angew. Anatomie). Diese Haare folgen dem Artemisia-Typus, sind also T-Haare, d. h. auf einer Stielzelle sitzt ein Balken auf. Während nun aber bei unseren Artemisien der Stiel lang und der T-Balken nicht sehr viel länger als der Stiel ist (Fig. 286 der Angew. Anatomie) ist hier der Stiel sehr kurz und die beiden Strahlen sind aufserordentlich lang, vielfach hin- und hergebogen und durch einander geschlungen, so dafs man nur sehr schwer die Details erkennen, ein Haar bis zur Ansatzstelle verfolgen kann (Fig. 17). Einige der Haare sind übrigens auch als einfache Fadenhaare entwickelt.

Bisweilen, wenn schon sehr selten, fand ich den inneren, von den Hüllkelchblättern umschlossenen Raum noch von einem weiten Gewebsringe umgeben, der gegen Innen (*i*, Fig. 14) durch eine derbwandige Epidermis, gegen Aufsen (*a*, Fig. 14) durch eine obliterierte Schicht abgeschlossen war. Derselbe hatte in dem oben erwähnten Falle den in Fig. 14 abgebildeten, in einem anderen Falle den in Fig. 13 dargestellten Bau, war aber nur in zwei Fällen zu beobachten. Ob es sich hier um einen nur bisweilen entwickelten inneren Hüllkelchbecher oder einen Hypanthial-Ringwall handelt, konnte ich nicht entscheiden. Sein grofser Umfang schliefst die Zugehörigkeit zu den Blütenorganen aus.

Bisweilen sind Reste der Blätter und Blütenstandsachsen der Droge beigemengt. Die Blätter sind oben beschrieben. Wo Reste derselben vorhanden sind, sind es meist solche der oberen einfach linealen und nicht der gefiederten unteren Blätter (Fig. 27). Durchschneidet man ein solches lineales Blatt quer, so findet man, dafs es aus drei Teilen besteht, einem rundlichen centralen Teile, der das Hauptnervenbündel führt und zwei sich seitlich daran ansetzenden, durch tiefe Buchten resp. Rinnen davon getrennten, gleichfalls im Querschnitt rundlichen Seitenteilen, die kleinere, mit dem Hauptnerven durch Queräste in Verbindung stehende Bündelchen führen. Öldrüsen liegen reichlich in den Rinnen.

Die Blütenstandsachsen sind von einer derben, Spaltöffnungen führenden Epidermis bedeckt (*st*, *Ep*, Fig. 26). Unter derselben folgt eine breite Parenchymschicht und dann ein aus vier Teilen bestehendes Bündel. Zwei breite Bündelstreifen liegen einander gegenüber und zwei schmale ebenfalls. Zwischen diesen vier Streifen finden sich vier Durchlafsstellen. Das Ganze ist von einem Bastzellbelege rings umgeben, der aber diesen Durchlafsstellen meist fehlt, über der Mitte der Bündel jedoch mehrschichtig ist (Fig. 26). Zu innerst liegt ein schmaler Markkörper.

Das Pulver.

Das Cinapulver, das durch alkoholisches Natron gelb und, soweit die Sekretdrüsenfragmente in Betracht kommen, orangerot wird, ist sehr charakteristisch. Es besteht natürlich vorwiegend aus Fragmenten der Hüllkelchblätter. Die Blüten verschwinden diesen gegenüber ganz. Nur Pollenkörner (Fig. 11 a) finden sich relativ häufig, oft noch zu Gruppen vereinigt. Bisweilen die Inhalte ganzer Antheren. Reichlich treten besonders die Fragmente der mechanischen Elemente und der Flügel der Hüllkelchblätter hervor: Die charakteristischen kurzen Bastzellen (Fig. 22) und die eigenartigen Flügelzellen (Fig. 24 u. 25), aber auch Spaltöffnungen und Sekretdrüsen führende Epidermisfetzen (Fig. 23), sowie die langen gebogenen Haare (*t*, Fig. 17) bilden charakteristische Elemente des Pulvers. In den parenchymatischen Zellen sieht man da und dort kleine Oxalatdrusen. Auch Reste der Nervenbündel, an denen noch Teile des umgebenden Gewebes hängen, sind bisweilen zu finden.

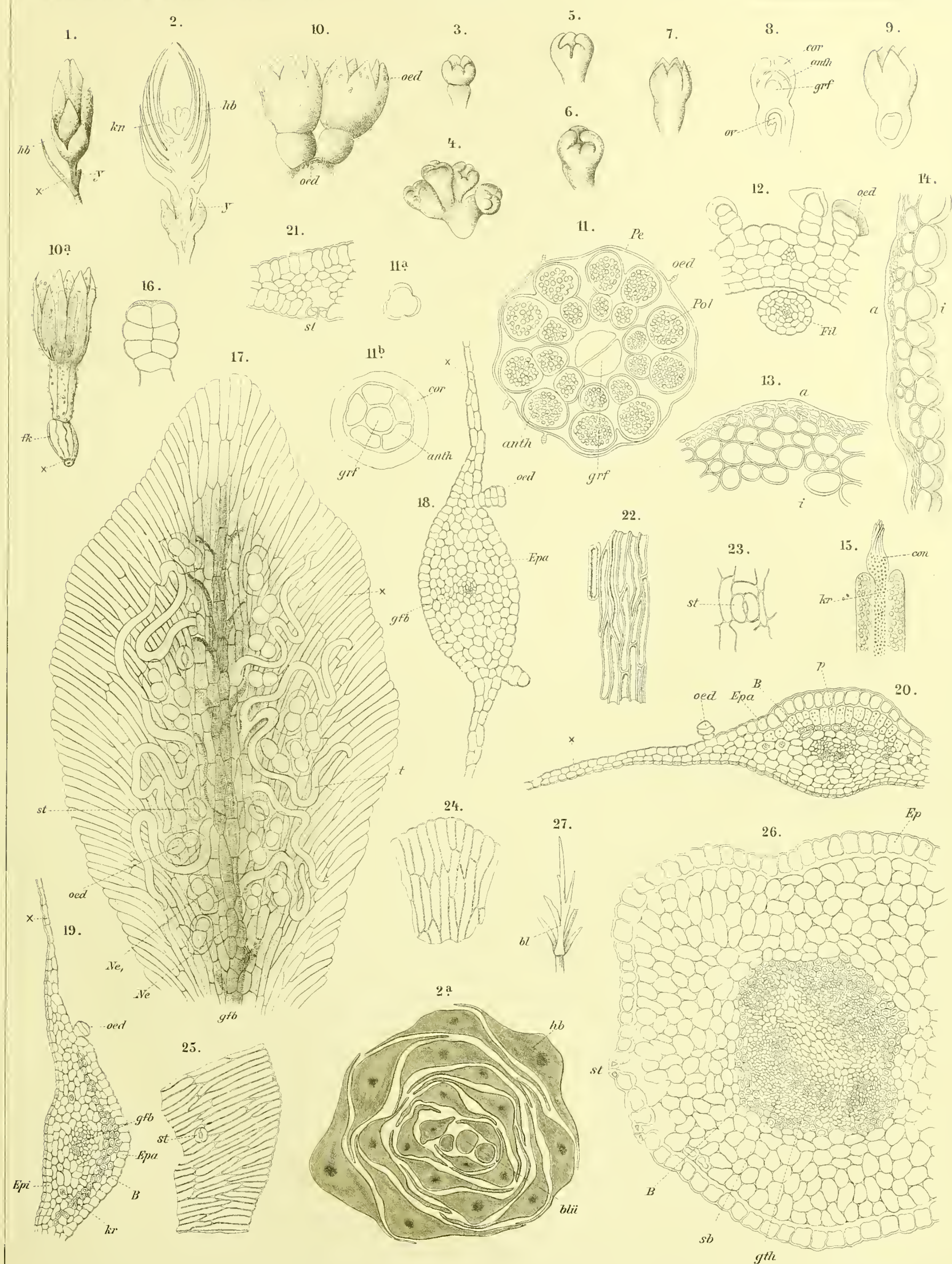
Läfst man das Pulver einige Zeit in alkoholischer Natronlauge liegen, so kristallisiert das Santoninnatrium in Drusen derber Kristalle oder in Sphaeriten aus.

Tafel 73.

Erklärung der Abbildungen.

(Artemisia Cina Berg.)

Fig. 1. Ganzes unentwickeltes Blütenkörbchen von der Seite.
„ 2. Dasselbe längsdurchschnitten.
„ 2a. Querschnitt durch ein Körbchen. Lupenbild. In der Mitte drei Blütenanlagen (*blü*).
„ 3—6. Ganz junge Blütenknospen.
„ 7—9. Etwas ältere Blütenknospen.
„ 10. Die entwickeltsten Blüten der Droge. Fig. 1—10 von Drogenmaterial.
„ 10a. Entwickelte Blüte aus dem reifen Körbchen (Flückiger-Herbar).
„ 11. Querschnitt durch eine ziemlich entwickelte Blüte (etwa eine solche, wie in Fig. 10 dargestellt), an der Stelle geführt, wo die Antheren liegen und die Corolle sehr dünn ist.
„ 11a. Reifes Pollenkorn.
„ 11b. Querschnitt durch eine unentwickelte Blüte der Droge (Entwickelungsstadium etwa wie Fig. 8), an der gleichen Stelle geführt wie bei Fig. 11.
Fig. 12. Querschnitt durch die Corolle im mittleren Teile der Blüte, dort wo die Filamente liegen.
„ 13 u. 14. Teile des Querschnittes durch den die ganze Innenseite des Körbchens bisweilen umschliefsenden Gewebsring. *i* Innenseite.
„ 15. Oberer Teil einer halbreifen Anthere.
„ 16. Öldrüse von Blüten und Hüllkelch.
„ 17. Äufseres Hüllkelchblatt, von Aufsen gesehen, vergl. auch Fig. 503 der Angew. Anatomie.
„ 18. Inneres Hüllkelchblatt, querdurchschnitten.
„ 19. Mittleres „ „
„ 20. Äusseres „ „
„ 21. Teil eines äufseren Hüllkelchblattes mit einer Spaltöffnung.
„ 22. Mechanische Zellen aus dem Hüllkelchblatt.
„ 23. Spaltöffnung eines Hüllkelchblattes von der Fläche gesehen.
„ 24 u. 25. Zellen der Flügel eines Hüllkelchblattes, von der Fläche gesehen.
„ 26. Querschnitt durch einen Inflorescenzstiel.
„ 27. Laubblatt aus der unteren Partie der Stengel.



Lith.Anst.v.C.Kirst, Leipzig.

Folia Digitalis.

Fingerhutblätter, Feuilles de Digitale (Grande Digitale), Foxglove-leaves.

Die Blätter von Digitalis purpurea L. sind verschieden gestaltet, je nachdem sie der basalen Blattrosette des ersten Jahres oder dem blütentragenden Stengel des zweiten entstammen.

Im ersten Jahre entwickelt die Pflanze nämlich nur ein Büschel aufserordentlich grofser Blätter, die mit dem (bis 25 cm) langen Stil bis 60 cm Länge und 15 cm Breite erreichen, für gewöhnlich aber nur ca. 20 cm lang werden. Diese Blätter sind allmählich in den Blattstiel verschmälert, sodass derselbe geflügelt erscheint. Im Umriss sind die Blätter eiförmig oder eilänglich, am Rande gekerbt mit ungleich grossen Kerbzähnen, an der Spitze stumpflich bespitzt. Diese Basalblätter sollen nicht verwendet werden, da sie angeblich weniger wirksam sind als die Stengelblätter.

Die Pflanze erzeugt nämlich erst im zweiten Jahre einen blütentragenden Stengel und an den unteren Partien desselben spiralig angeordnete Stengelblätter, die je weiter nach oben umso kleiner werden. Diese sollen verwendet werden. Da sie vom Stengel abgerissen werden und der Blattstiel am Stengel hinabläuft, so findet man bei der Droge oft noch Fetzen der Epidermis und des darunterliegenden Gewebes des Stengels an der Basis der Blattstiele.

Diese Stengelblätter sind mehr ei-lanzettlich oder oblong-lanzettlich wie eiförmig oder eilänglich und am unteren Teile des Stengels noch ziemlich gross, bis 25 cm lang und 10 cm breit. Sie sind in den Blattstiel verschmälert, der dadurch geflügelt erscheint, und sitzen mit breiter Basis dem Stengel an. Je weiter die Blätter nach oben gehen, umso kürzer werden sie — die mittleren sind etwa 15 cm lang — und umso kürzer auch der Stil. Die obersten Blätter sind sitzend. Diese Stengelblätter sind dadurch ausgezeichnet, dass sie relativ lang und scharf zugespitzt sind und die Kerbzähne besonders bei den oberen Blättern eng stehen und scharf hervortreten, auch eckiger wie bei den Blättern der Basalrosette sind. Jeder Zahn läuft in ein meist gebräuntes Spitzchen aus.

Diese Blattzähne sind für die Diagnose wichtig. Sie werden daher weiter unten gesondert behandelt werden.

Aufser dem unterseits kräftig vorgewölbten Mittelnerven finden sich zu beiden Seiten meist vier kräftige Sekundärnerven, zwischen denen ein reiches Netzwerk von ebenfalls noch aus der Blattfläche unterseits hervortretenden Tertiär- und Quaternärnerven liegt. Die von den letzteren umschlossenen Façetten lassen im durchfallenden Lichte noch ein weiteres feines, ins Blattgewebe eingebettetes Netz zarter Nerven erkennen. Diese Nervatur, die das Blatt unterseits fast runzelig, oberseits feinbuckelig erscheinen läfst, ist für Digitalis sehr charakteristisch (vergl. Angew. Anatomie, Fig. 376).

Die Behaarung ist aufserordentlich wechselnd. Es hängt dies offenbar vom Standorte ab (Digitalis purpurea bevorzugt Waldlichtungen der Mittelgebirge). Neben beiderseits, besonders unten, stark behaarten Blättern finden sich solche, die fast nur auf der Unterseite behaart sind, oder gar solche, die daselbst nur an den Nerven Haare tragen. Im allgemeinen sind die Blätter des ersten Jahres schwächer behaart und die sonniger Standorte stärker. Stets bevorzugen die Haare die Nerven der Unterseite. Je nach der Behaarung wechselt auch die Farbe der Blätter etwas. Meist erscheinen sie oberseits dunkelgrün und unterseits weifslich-grau.

Da die Blätter des Stengels, besonders die oberen, die wirksamsten sind, so sollten Blätter, die mit Stiel länger als 30 cm sind, ausgeschlossen werden, ebenso die Blätter der basalen Rosette des ersten Jahres, die ich oft in der Droge gefunden habe (in einem Falle bestand die Droge nur aus solchen!) und die, da sie sehr stattlich sind, der Ware ein gutes Aussehen geben.

Die Anatomie der Blätter ist einfach. Zunächst fällt das völlige Fehlen aller Kalkoxalatkristalle auf. Dadurch sind selbst kleine Fragmente von solchen der Fol. belladonnae, Fol. Stramonii und Fol. Hyoscyami zu unterscheiden (vergl. S. 168).

Die Epidermis der Blattoberseite besteht aus im Querschnitt nahezu quadratischen oder etwas tangential gestreckten Zellen (*Epo,* Fig. 2), die, von der Fläche betrachtet, gerade oder nur wenig gekrümmte Wände zeigen (Fig. 3). Die Epidermis der Blattunterseite zeigt im Querschnitt tangentialgestreckte oder quadratische Zellen, (Fig. 2 *Epu*) die von der Fläche betrachtet, über den Façetten starke wellige Biegungen zeigen (Fig. 4) und nur über den Nerven gerade Wände besitzen. (× Fig. 4). Über dem Mittelnerven sind die Epidermiszellen der Unterseite derb- und geradwandig und zeigen Tüpfel. Die Cuticula besitzt hier Längsfalten. Kali färbt den Inhalt der Epidermiszellen und Haare gelb, Jodjodkali erzeugt in ihnen einen starken braungelben Niederschlag und conc. Schwefelsäure färbt erst grünlich gelb, dann treten feine Nädelchen

im Inhalte auf. Ich bin daher geneigt, den Sitz der mit der summarischen Bezeichnung Digitalin belegten Körpergruppe vornehmlich in die Epidermis zu verlegen.

Spaltöffnungen finden sich auf beiden Seiten, doch vornehmlich auf der Unterseite (Fig. 2. 3. 4). Sie sind klein und liegen entweder im Niveau der Epidermis oder sind etwas über dieselbe emporgehoben. Daher welkt das Blatt leicht (Angew. Anatomie S. 434). Aus der Lage der Spaltöffnungen kann man einen Schlufs auf den Standort ziehen. Je mehr sie über die Epidermis emporgehoben sind, um so schattiger stand die Pflanze. Die Zahl der Nebenzellen beträgt 3—4 (meist 4). Die Haare bedecken die ganze Fläche des Blattes, sind aber namentlich auf der Blattunterseite und besonders auf den Nerven reichlich zu finden, wo sie auch ihre gröfste Länge erreichen. Die meisten Haare sind einfache Reihenhaare mit stumpfer Spitze (*t*, Fig. 1—6). Diese Ausbildung der Haarspitze ist für Digitalis sehr charakteristisch und findet sich nicht bei den als Verwechslung vorkommenden ähnlich aussehenden Blättern (s. unten). Die Zahl der Haarzellen beträgt 2—6. Meist sind die Haare gerade oder doch wenig umgekrümmt, oft ist eine oder die andere Haarzelle obliteriert. Kuticularwarzen oder -leisten finden sich nicht, oder sind doch nur schwach angedeutet, was ebenfalls für die Diagnose wichtig ist. Bisweilen ist die Endzelle köpfchenartig angeschwollen. Neben diesen Reihenhaaren finden sich dann noch vereinzelt kleine Köpfchenhaare (t_1, Fig. 1, 2, 5, 6) mit ein- oder zweizelligen Köpfchen.

Das Mesophyll besteht auf der Oberseite aus 1—3 Reihen Palissaden (*p*, Fig. 2), auf der Unterseite aus einem reichdurchlüfteten Kugel- oder Sternparenchym (*mer*, Fig. 2). Auch hier macht sich eine Differenz bemerkbar, je nachdem die Pflanze einen sonnigen oder schattigen Standort besitzt. Je schattiger der Standort ist, umso lockerer wird das Palissadenparenchym und um so kürzer werden seine Zellen.

Der Hauptnerv besitzt ein halbmondförmig gekrümmtes Gefäfsbündel (Fig. 1a). Gegen die Blattoberseite hin liegt der strahlig angeordnete Gefäfsteil (*gth*, Fig. 1), gegen die Unterseite der halbmondförmige Siebteil (*sb*, Fig. 1). Sowohl in der Rinne an der concaven Seite des Gefäfsteiles wie aufsen am Siebteil findet sich je ein mechanischer Beleg collenchymatisch verdickter Zellen (*col*, Fig. 1), am Gefäfsteil zudem reichgetüpfeltes Holzparenchym. Die Gefäfse sind in dem der Blattoberseite zugewendeten Abschnitte des Gefäfsteiles zarte Spiralgefäfse, an der anderen getüpfelte Gefäfse. Die Siebröhren zeigen nahezu horizontal gestellte Siebplatten. Auch unter der Epidermis, sowohl der Ober- wie der Unterseite der stark nach unten ausladenden, im übrigen aus grofsen Parenchymzellen bestehenden Mittenrippe finden sich ein- bis zweireihige Collenchymstreifen (col_1, Fig. 1).

Die Mittelrippe läuft direkt in den Blattstiel aus, dessen Bündel im Querschnitt noch ausgesprochener die halbmondförmige Krümmung zeigt (Fig. 1a), die schon in der Mittelrippe hervortrat.

Die Blattzähne, deren Nervatur hier wie bei den übrigen Blättern an durch Kochen mit Chlorallösung aufgehellten Blättern studiert wurde, sind sehr charakteristisch und mögen, da sie bei keiner der Verfälschungen ganz gleich wiederkehren, also ebenso wie die Haare zur Erkennung der letzteren gut verwendbar sind, hier näher beschrieben werden (Fig. 7). Sie sind zunächst dadurch ausgezeichnet, dafs sie ungleich grofs sind. Sehr grofse, weit hervortretende, gewölbte Kerbzähne wechseln oft mit sehr kleinen ab. Sie tragen ein knorpeliges, zapfenartiges helles Spitzchen, das besonders bei älteren Blättern gut ausgebildet ist, oft braun bis schwarz bei diesen wird und auf der Blattoberseite eine grofse Wasserspalte trägt (Fig. 7, ×). Gegen dieses Spitzchen tritt oft in horizontaler Richtung oder schief von unten her der Hauptzahnnerv heran und verbreitert sich vor demselben pinselförmig (Fig. 7). An die Spitze der Hauptzahnnerven setzen sich beiderseits zwei Randnerven an, die in wellig verlaufenden Bögen mit den Seitennerven der Hauptzahnnerven bald je ein Dreieck, bald je ein Viereck bilden.

Bei Digitalis grandiflora L. bilden die Blattzähne relativ kleine, vorgestülpte Kegel, in die schräg von unten her ein pinselförmig verbreitertes Nervenende eintritt (Fig. 8). Auch hier liegt an der Zahnspitze eine Wasserspalte. Haare sind in geringerer Menge und meist nur auf Blattrand und Nerven zu finden. Sie sind aber länger (oft zehnzellig).

Bei Digitalis ambigua Murr. sind die Blattzähne ebenfalls relativ klein (Fig. 9). Sehr kleine wechseln mit deutlicher hervortretenden dreieckigen ab. Unterhalb des Zahnspitzchens spreizen die Äste des Hauptzahnnerves mehrfach auseinander. Die Zahnspitze trägt 2—3 Wasserspalten. Die Behaarung ist spärlich.

Bei Digitalis lutea L. spreizt der im Zahn sich pinselartig verbreiternde Nerv an seiner Spitze ebenfalls, doch ist die Behaarung noch viel spärlicher als bei D. ambigua.

Bei Salvia Sclarea L. finden sich Blattzähne (Fig. 9a), die denen von Digitalis purpurea ähnlich sind, doch treten hier die Zahnnerven nicht so kräftig hervor wie bei Digitalis purpurea. Die breiten grossen Blattzähne lassen ferner das knorpelige Spitzchen nicht so deutlich hervortreten. Vom pinselförmig an der Zahnspitze sich verbreiternden Nervenende gehen bogige Randnerven ab und bilden mit den an den Hauptzahnnerv sich fast im rechten Winkel ansetzenden Seitennerven je ein Dreieck mit gewölbten Seiten (Fig. 9a). Sehr leicht kenntlich ist Salvia Sclarea an den Haaren, die scharf zugespitzt sind, derbe Wände besitzen und mit Cuticularwärzchen dicht besetzt sind, sowie den typischen Labiatendrüsen, die natürlich Digitalis ganz fehlen. Ferner finden sich kleine Drüsenhaare mit ein- und zweizelligen Köpfchen und ein- bis zweizellige Borsten.

Bei Verbascum nigrum zeigen die Blattzähne einen von Digitalis ganz abweichenden Bau (Fig. 10). Sie sind sehr breit und stumpf-abgerundet. Ein starker Nervenast tritt nahezu horizontal in den Zahn ein. An seine Spitze setzt sich beiderseits je ein bogenförmig zurücklaufender Randnerv

an, der mit den Seitennerven des Hauptzahnnerves Drei- oder Vierecke bildet. Aufserhalb dieser derben Randnerven verläuft noch ein zarterer Randnerv. Das Blatt besitzt ferner die typischen Verbascum-Sternhaare (Fig. 10).

Bei Verbascum phlomoides L. sind Blattzähne kaum angedeutet (Fig. 11). Ein derber Randnerv streicht in Wellenlinie am Rande entlang. An denselben setzen sich Bögen eines zarteren Randnerven an, die mit jenem anastomosieren. Die Zähne sind in der Nervatur kaum angedeutet. Sternhaare sind reichlich vorhanden. Um die Zahnnervatur zu erkennen, ist es hier wie bei den übrigen Verbascum-Arten nötig, die Haare mit einem Skalpell abzuschaben.

Bei Verbascum Lychnitis L. wechseln grofse, breite Zähne mit kleinen. Beide sind stumpf abgerundet und zeigen an der Spitze oft eine wellige Vertiefung (Fig. 12). Ein eigentlicher Hauptzahnnerv tritt selten deutlich hervor. Der gegen die Zahnspitze gerichtete Nervenast krümmt sich an der Spitze um und läuft in 2 bogige Randnerven aus, die mit den Seitenästen der Zahnnerven Vierecke mit gewölbten Seiten bilden. Die Behaarung ist der von V. phlomoides ähnlich, aber schwächer.

Bei Verbascum Thapsus L. treten die breiten und flachen Zähne wenig hervor (Fig. 13), von einer Zahnnervatur kann daher nicht eigentlich gesprochen werden. Die sekundären Randnerven bilden auch hier Bögen.

Bei Verbascum thapsiforme Schrader liegen die Zähne sehr entfernt von einander (Fig. 14), treten aber prägnanter hervor. Sie sind übrigens nur klein, trotzdem aber leicht aufzufinden, da der an sie herantretende Nervenast sich pinselförmig zerteilt und sich an sein Ende die Seitennerven in spitzem Winkel ansetzen. Die Behaarung ist sehr stark.

Bei Conyza squarrosa L. sind ebenfalls nur kleine und entfernt stehende Zähne vorhanden (Fig. 15). Auch hier hat der Zahnnerv ein pinselartig zerteiltes Ende, die Seitennerven gehen aber im Bogen von seiner Spitze ab. Auch die Haare weichen von denen der Digitalis ab. Sie laufen meist in eine gebogene Spitze aus. Oft fehlt das Endglied. Die kurzen Fusszellen verschleimen bisweilen. Da und dort finden sich typische Compositendrüsen.

Die Blätter von Symphytum officinale L. sind ganzrandig.

Bei Teucrium Scorodonia L. finden sich Blattzähne, die etwas an die von Digitalis purpurea erinnern, aber in dem Nervenverlauf einige Unterschiede zeigen (Fig. 16). Sie sind breit gewölbt, stumpf abgerundet, kräftig hervortretend, durch tiefe Einschnitte von einander geschieden. Das Spitzchen tritt nicht immer deutlich hervor, manchmal ist es nur angedeutet. Die sich an die pinselförmig verbreiterte Spitze des Hauptzahnnerven mit spitzem Winkel ansetzenden kräftigen Seitennerven sind selten gebogen, meist verlaufen sie ziemlich geradlinig. Aufserhalb dieses Randnerven läuft noch ein zweiter etwas zarterer, aber doch noch ziemlich kräftiger Randnerv. An der Zahnspitze liegen auf der Blattoberseite meist 3 (bis 5) Wasserspalten, und auch auf der Blattunterseite findet sich bisweilen eine Wasserspalte. Die einfachen Haare sind spitzer als bei Digitalis und derbwandiger. Die Cuticularwarzen treten deutlicher hervor. Daneben finden sich typische Labiatendrüsen und spitze, einzellige Borsten.

Bei Piper angustifolium Ruiz et Pavon, deren Blätter (Fol. Matico) äufserlich viel Ähnlichkeit mit den Fol. Digitalis zeigen, findet sich ein schwach gekerbter Rand. Längs desselben verläuft in flachen Bögen ein Randnerv, der durch rechtwinklig zum Rande gestellte Quernerven mit dem nächstinneren Parallelnerven in Verbindung tritt (Fig. 17), mit diesem Vierecke bildend. Die Behaarung ist besonders am Blattrande und auf der Blattunterseite deutlich, spärlich auf der Blattoberseite und dort vorwiegend auf die Nerven beschränkt. Die ziemlich langen, bis 10-zelligen Haare besitzen eine streifige Cuticula und eine scharfe Spitze. Das Hypoderm und die Ölzellen, die beide der Digitalis fehlen, bilden ein weiteres Unterscheidungsmerkmal.

Auch Malvaceenblätter kommen der Digitalis beigemischt vor. Besonders im Pulver finden sich bisweilen Fragmente derselben, die an den charakteristischen Sternhaaren kenntlich sind.

Das Pulver.

Das Pulver der Digitalisblätter kommt oft verfälscht in den Handel, besonders finden sich darin Sternhaare von Malvaceenblättern und typische, stark verdickte Sclereïden unbekannter Provenienz, bisweilen auch Oxalatkristalle. Da der Digitalis sowohl die Sternhaare wie Sclereïden oder Kristalle fehlen, liegt also sicher eine Verfälschung mit einer fremden Droge vor, denn auch in der Blütenstandsachse von Digitalis purpurea fand ich keine Sclereïden, und die Samenschale führt nur Zellen mit eigenartiger Netzleistenverdickung, keine typischen Sclereïden.

Im Pulver der Digitalisblätter sind die Haare mit stumpfer Spitze das einzige sichere Erkennungsmittel. Leider sind dieselben oft zertrümmert und nicht immer in beträchtlicher Zahl vorhanden. Verwendung von erstjährigen Blättern oder Beseitigung der Mittelrippe drücken ihre Zahl herab. Die Fragmente des Mesophylls und der Gefäfsbündel bieten nichts charakteristisches. Fetzen der beiden Epidermen treten da und dort hervor.

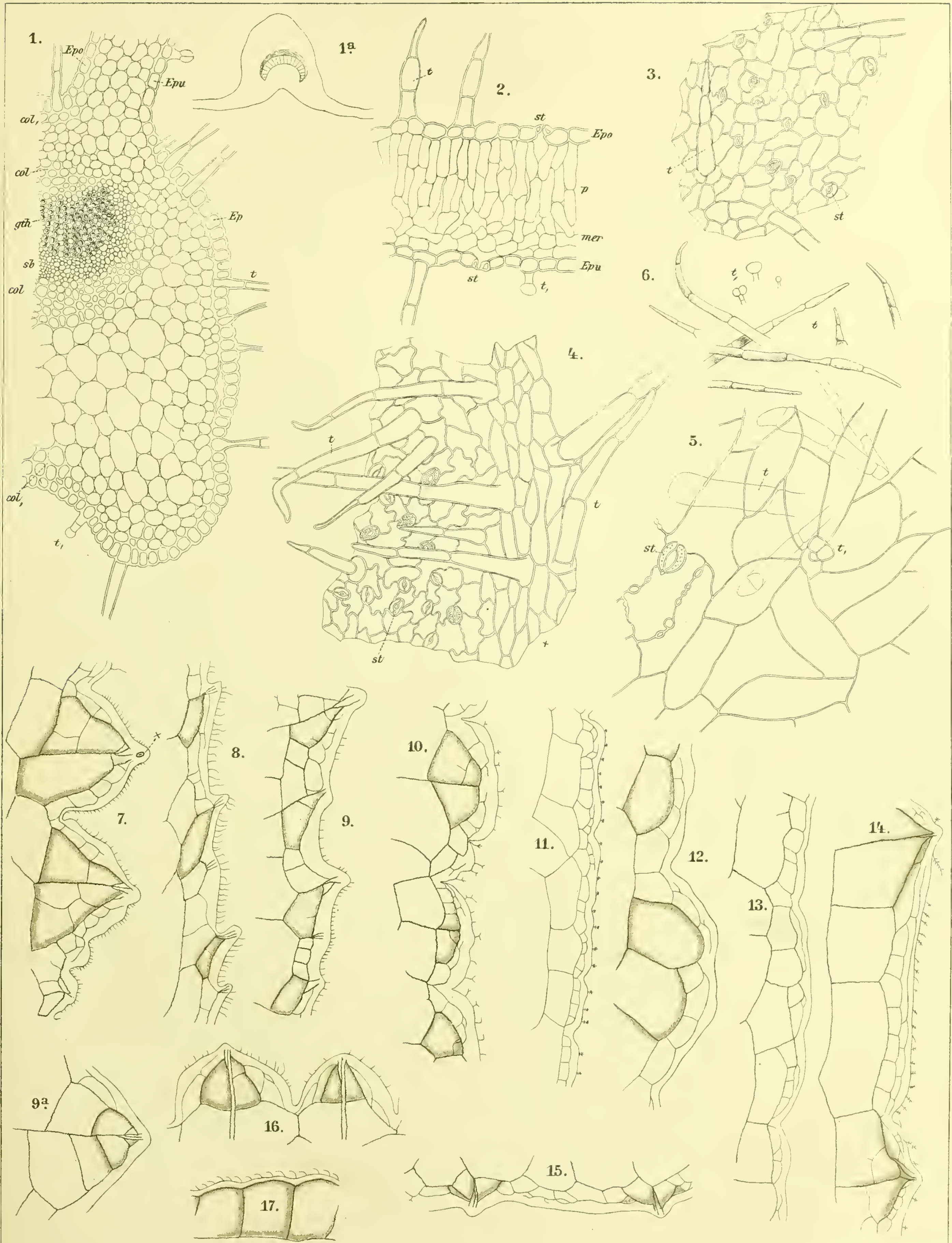
Tafel 74.

Erklärung der Abbildungen.

(Digitalis purpurea L.)

Fig. 1. Querschnitt durch die Mittelrippe des Blattes.
„ 1a. Querschnitt durch den Blattstiel. Lupenbild.
„ 2. Querschnitt durch die Blattlamina.
„ 3. Flächenansicht der Epidermis der Blattoberseite.
„ 4. Flächenansicht der Epidermis der Blattunterseite.
„ 5. Dasselbe an einer anderen Stelle.
„ 6. Einzelne Haare.
„ 7. Blattzähne, Lupenbild, mit Chloral aufgehellt. Auch die Fig. 8—17 sind nach mit Chloral aufgehellten Blättern gezeichnet (mit Benutzung Virchow'scher Figuren). Die charaktcristischen Nervenpartien sind durch Töne hervorgehoben.

Fig. 8—17. Verwechslungen der Digitalisblätter, Blattrand mit den Zähnen.
„ 8. Blattrand von Digitalis grandiflora.
„ 9. „ „ „ ambigua.
„ 9a. Blattrand von Salvia Sclarea.
„ 10. „ „ Verbascum nigrum.
„ 11. „ „ „ phlomoides.
„ 12. „ „ „ Lychnitis.
„ 13. „ „ „ Thapsus.
„ 14. „ „ „ thapsiforme.
„ 15. „ „ Conyza squarrosa.
„ 16. „ „ Teucrium Scorodonia.
„ 17. „ „ Piper angustifol.



Lith. Anst. v. C. Kirst, Leipzig.

Sem. faenugraeci.

Bockshornsamen, Hornkleesamen, Fenugrec, Fenugreck.

Die Früchte von Trigonella Faenum Graecum L., einer in Süd- und Westasien heimischen, frühzeitig auch ins Mittelmeergebiet gebrachten, jetzt in Südfrankreich, Thüringen, Mähren und der Schweiz kultivierten Papilionacee, werden bis 16 cm lang und sind sichelförmig gebogene Hülsen (Fig. 1 und 2). Sie laufen an der Spitze in ein langes zugespitztes Ende aus und enthalten eine wechselnde Anzahl von Samen (5—20, meist 5—12). Eine Anzahl der Samenanlagen pflegt unentwickelt zu bleiben oder nach kurzer Entwickelung zu verkümmern (×, Fig. 2). Diese Samen sind, von der Seite betrachtet, vierseitig-prismatisch oder rautenförmig, aber oft mannigfach verzerrt. Doch tritt bei der überwiegenden Mehrzahl der rhombische Umriss deutlich hervor (Fig. 3). Die Länge beträgt 3,5—5 mm, die Breite 2—3 mm (die chinesischen sind kleiner, die indischen gröfser). Sie sind sehr hart und entweder glatt oder wenig runzlig, quellen aber in Wasser so stark auf, dafs ihr Volumen auf das Vielfache anwächst und oftmals die Schale gesprengt wird. Diese Quellung erfolgt hauptsächlich durch Wasseraufnahme seitens des Schleimendosperms. Fig. 4 a zeigt einen ungequollenen, Fig. 4 b einen gequollenen Samen quer durchschnitten. Die Farbe ist gewöhnlich ein helles Zimmtbraun, doch variiert sie etwas zwischen einem helleren, mehr gelblichen Farbentone mit einem Stich ins Grüne oder Blaugrüne und einem dunkleren, mehr bräunlichen Tone. Durch eine tiefe Furche (×, Fig. 3) wird der Same in zwei ungleiche Hälften geteilt, in eine kleinere dreieckige und eine gröfsere undeutlich dreieckige, mehr trapezförmige. Die kleinere ist auch die kürzere und an ihrer Spitze befindet sich das am reifen Samen kaum deutlich hervortretende Hilum (*Hi.*, Fig. 3 u. 2), die Anheftungsstelle des Samens. Hier sitzt der Same einem sehr langen Funiculus (*Fun.*, Fig. 2) an, der, da er sehr zart ist, leicht abbricht und deshalb den Samen der Handelsware fehlt. In der kleineren Hälfte steckt die etwas gekrümmte Radicula (*rad*, Fig. 3 und 5), in der gröfseren die Cotyledonen (*cot.*, Fig. 5), eingebettet in ein schleimiges Endosperm. Legt man die Samen einige Zeit in Wasser, so kann man die Samenschale leicht abstreifen und den Keimling herauslösen. Man sieht alsdann (Fig. 6), dafs die Samenschale eine kleinere und eine gröfsere Tasche besitzt (Fig. 6). In ersterer lag die Radicula. Auch ein medianer Längsschnitt durch den Samen, parallel der Breitseite geführt, läfst die gegenseitige Lage von Radicula und Cotyledonen erkennen (Fig. 5). Schneidet man einen Samen oberhalb des Hilums, also etwa in der Mitte quer durch (es ist am besten, denselben vorher in Wasser quellen zu lassen und dann in Alkohol einzulegen), so erkennt man schon mit blofsem Auge auf der einen Seite die runde Radicula, auf der anderen die beiden plankonvexen Cotyledonen (*rad.* und *cot.*, Fig. 4 b, vergl. auch Fig. 193 der Angew. Anatomie) entweder mit dem Rande gerade gegen die Radicula gerichtet oder schief gegen dieselbe geneigt. Rings um die Cotyledonen liegt, besonders breit an den flachen Seiten, das glänzende, glashelle Endosperm (*End.*, Fig. 4a u. b). An der dicksten Stelle des Samens mifst die Testa *ca.* 170, das Endosperm aber 680—720 mik (im gequollenen Zustande gemessen), trocken ist das Endosperm kaum viel dicker als die Testa (Fig. 4 a). Mit der Lupe erkennt man in Radicula und Cotyledonen die Procambiumstränge: in der Radicula einen zentralen Cylinder, in den Cotyledonen eine Reihe solcher Stränge. Auch die Mittelrippe tritt schon jetzt deutlich hervor.

Die Anatomie des Samens zeigt folgende Eigentümlichkeiten. Der Same wird rings von der Samenschale umgeben. Diese zeigt zu äufserst eine einreihige Palissadenepidermis, die aus Palissadensclereïden besteht. Die Zellen derselben sind 13—22 mik. breit und 65—80 mik hoch und besitzen im inneren Teile, d. h. in der gegen die Samenmitte gerichteten Partie ein weites Lumen (1d, Fig. 7 und 8). Dasselbe verengert sich nach aufsen (1 c, Fig. 7 und 8) und ist im äufseren Teile der Zelle nur schmal und spaltenförmig (1 b, Fig. 7 und 8). In den äufseren Partien erscheint die Wand getüpfelt (1 b und 1 c, Fig. 8). Die Membran der Epidermiszellen ist zu äufserst cuticularisiert (*cut.*, Fig. 7). Dann folgt eine helle Schicht (1 a, Fig. 7), die zapfenförmig nach innen vordringt (ähnlich wie die Cuticularschichten von Blattepidermen). Diese helle Schicht ist indifferent gegen polarisiertes Licht, färbt sich mit Jod graublau, reagiert mit Jod-Schwefelsäure nur schwach auf Cellulose, ist löslich in Kali und besteht aus einer gallertigen Cellulosemodifikation. Der Hauptmasse nach wird die Zellmembran aus einer mit Jod sich sehr schwach gelb färbenden, mit Jod-Schwefelsäure intensive Cellulosereaktion gebenden Substanz gebildet, die ihrerseits wieder zapfenartig in die helle Schicht vorspringt. Diese

Zapfen, die entweder kegelige oder mannichfach verbogene, bisweilen aufsen napfförmig verbreiterte Bildungen darstellen, (1 b, Fig. 7), sieht man dann auch in der Art gefärbter Körner in der weichen Masse der hellen Schicht liegen, wenn man einen Flächenschnitt durch den äufseren Teil der Samenschale betrachtet (1 *a*, Fig. 8). Die Zapfen sind die Fortsetzungen der eigentlichen, das Lumen umgebenden Wandschicht nach aufsen. Diese Wandschicht, die bei gekreuzten Nicols stark aufleuchtet (aufsen polychrom, innen orange), ist von Tüpfeln durchzogen, die im Flächenschnitt durch die Samenschale (Fig. 8) wie normale Tüpfel (1 b und 1 c, Fig. 8), im Querschnitte durch die Samenschale (Fig. 7) als zarte Längsstreifung der Membran, besonders deutlich im polarisierten Lichte, erscheinen. Die „Lichtlinie" oder besser „Lichtzone" (*Ll.*, Fig. 7) verläuft ziemlich tief innen, 50—60 mik unter der Cuticula (der obere Rand *ca.* 50 mik) und ist ziemlich breit (10—15 mik). Sie wird besonders dadurch sehr deutlich, dafs aufserhalb von ihr eine dunklere Schicht verläuft. Bisweilen springen Gruppen von Palissadenzellen mit ihrer zapfenförmigen Innenschicht weiter in die helle äufsere Schicht hervor als die übrigen (×, Fig. 7). Zwischen dieselben schiebt sich dann meist ein nur sehr schmaler Cellulosezapfen ein. Diese Gruppen sind es, die die zarten Höcker der Samenoberfläche bilden, die besonders bei Betrachtung der letzteren mit der Lupe hervortreten. Auch bei Flächenschnitten durch die äufsere Partie der Palissadenepidermis sind diese Gruppen deutlich (×, Fig. 8). Bei tiefer Einstellung des Flächenschnittes sieht man das weite Lumen der Palissaden, die in undeutlichen Reihen angeordnet sind (1 d, Fig. 8) und hier keine Tüpfel zeigen. Bei etwas höherer Einstellung (1c, Fig. 8) treten die Tüpfel hervor und bei noch höherer (1 b, rechts) erscheint das Lumen punktförmig. Der Inhalt der Palissadenzellen ist körnig, färbt sich mit Jod gelb und giebt Gerbstoffreaktion mit Eisenchlorid und Osmiumsäure.

Unter den Palissadensclereïden liegt eine Schicht Säulenzellen (T-Zellen, Träger-, Sanduhr-, Spulen-Zellen), die (*tz.* und 2., Fig. 7) durch breite Längsstreifenverdickungen gezeichnete Seitenmembranen besitzen. Diese Leistenverdickungen sind besonders deutlich auf Flächenschnitten zu erkennen (Fig 8_2 und Fig. 344 in der Angew. Anatomie). Innen und aufsen ist die Membran unverdickt (vergl. auch Fig. 192 der Angew. Anatomie). Dort wo (innen) die Cotyledonen liegen, also an den Seiten der grofsen Tasche, sind die Säulenzellen flach konisch, zusammengedrückt und etwa 70 mik hoch, an dem Radicularende jedoch besitzen sie die bei den Papilionaceen (vergl. z. B. Pisum, Phaseolus, Tafel 47. 48) so häufige Knochen- bezw. Säulenform. Dort sind sie auch erheblich höher (33 mik und mehr). Ihre Membran leuchtet bei gekreuzten Nicols mit weifsem Licht. Die Säulenzellen berühren sich seitlich nicht. Nur in ihren basalen Partien stofsen sie aneinander, in der Mitte lassen sie relativ weite interzellulare Luftlücken zwischen sich. Dann folgt die Nährschicht der Samenschale (3 und 4, Fig. 7). Dieselbe zeigt eine sehr verschiedene Mächtigkeit. Bald sind es nur wenige Zellschichten, bald, so besonders in der Falte zwischen Cotyledonen und Radicula viele. Stets ist der innerste Teil stark obliteriert (4, Fig. 7) und oftmals gelb gefärbt, während der äufsere aus noch in der Form erhaltenen, ziemlich grofsen Parenchymzellen besteht (3, Fig. 7). Im reifen Samen führt die Nährschicht keine Stärke mehr. Dieselbe ist vollständig aufgebraucht. Wohl aber findet man in unentwickelten Samen die ganze, dann auch in keiner Zone obliterierte Schicht dicht mit Stärke erfüllt (auch die Säulenzellen führen in diesem Stadium Stärke). Diese transitorische Stärke verschwindet relativ spät. Sie dient für die Verdickung der Palissadensclereïden und zur Bildung der sogleich zu erwähnenden Schleimmembranen des Endosperms.

Bis hierher reicht die Samenschale. Innen liegt derselben ein nicht immer sichtbares, sehr zartes braunes Häutchen auf, das an der Spitze der Radicula einen beutelförmigen Sack bildet (*Nuc.*, Fig. 8 a). Ich halte dasselbe für den Rest des Nucellus.

An der Stelle, wo das Hilum sitzt, hat die Samenschale einen etwas abweichenden Bau. Führt man einen medianen Längsschnitt durch die Stelle, wo das Hilum liegt (Fig. 8 a), so sieht man zunächst die Micropylaröffnung als sehr feinen Kanal in der Umkrümmungsstelle der Radicularspitze (*Mp*, Fig. 8 a) (dieselbe tritt auch bei geeignet geführten Querschnitten als Spalte hervor, Fig. 7 b). Bis hierher und auch noch über der Ansatzstelle des Funiculus (*fun.*, Fig. 8 a) ist die Palissadensclereïden-Epidermis normal gebaut. Nur an letzterer Stelle sind die Sclereïden relativ niedrig. Dafür liegt ihnen aber hier eine zweite Schicht auf (*y*, Fig. 8 a), welche wir wohl analog den Beobachtungen bei anderen Papilionaceen (vergl. Taf. 47 und 48) als zum Funiculus gehörig betrachten dürfen. Weiter nach unten aber verändert sich das Bild. Die Palissadensclereïden werden erheblich höher. Der innere gefärbte Teil erscheint stark gestreckt, aber auch der äufsere, helle Teil ist dicker geworden. Dies Verhältnis bleibt, soweit die Raphe (*Ra*, Fig. 8 a) reicht, bestehen. Dann kehren die Palissadensclereïden zur Normale zurück. Am besten ist die Form der Palissadensclereïden übrigens auf Querschnitten zu erkennen, die etwa bei b (Fig. 8 a) geführt sind (Fig. 7 a). Hier sieht man denn auch, dafs die Säulenzellenreihe (2 Fig. 7 a) über der Raphe fehlt, nachdem ihre Zellen schon in der Nähe derselben ihre Form etwas geändert haben. Aber auch sonst sind einige Variationen im Bau der Samenschale in der Nähe der Ansatzstelle des Funiculus, der hauptsächlich nur in Form eines stark zusammengefallenen Parenchymrests sichtbar bleibt (*fun.*, Fig. 8 a), zu bemerken. Unter derselben findet sich wie bei so vielen Papilionaceen (Taf. 47 und 48) eine Tracheideninsel (*Tri*, Fig. 8 a). Dieselbe besteht aus kurzen Tracheiden und tritt sowohl auf dem radialen Längsschnitt (Fig. 8 a), wie auf dem Flächenschnitt (Fig. 8 b), wie auf dem Querschnitt (Fig. 7 b) als ein gestrecktes Oval hervor. Über derselben liegt, wie ein Flächenschnitt lehrt, die Nabelspalte (*nsp.*, Fig. 8 b) und umgeben ist sie von einem hellen Hofe (×, Fig. 8 b). An diese Tracheideninsel

lehnt sich das Raphebündel an und läuft von hier aus (*z.*, Fig. 8 a) ein Stück weit hinab (Fig. 8 b) bis zur Chalaza (*chal.*, Fig. 8 a und 8 b), die aber äufserlich sich nur wenig bemerklich macht. Sie bildet nämlich nur das Ende der äufserlich als Längswulst hervortretenden Schwiele, als welche die Raphe erscheint, wenn man den Samen von der inneren Kante her betrachtet (Fig. 3 a *Ra*). Bemerklicher macht sich auch äufserlich die ganze um das Hilum liegende Partie. Sie erscheint nämlich bräunlich gefärbt. Es rührt dies daher, dafs das um die Tracheideninsel herum liegende und hier sternförmig ausgebildete Parenchym der Samenschale (×, Fig. 7 b, 8 a und 8 b) braune Inhaltskörper führt.

Das nun folgende Endosperm wird rings umgeben von einer einreihigen „Kleber- bez. Aleuronschicht" (5, Fig. 7), deren Zellen bisweilen durch Teilung sich verdoppeln. Die ziemlich grofsen Zellen derselben variieren in Form und Gröfse ziemlich beträchtlich. Von der Fläche betrachtet, erscheinen sie isodiametrisch (5, Fig. 8). Meist sind sie dickwandig. Sie führen neben einem Zellkern einen körnigen Inhalt, der sich mit Jod stark, nicht aber mit Osmiumsäure (wenigstens nicht stark) färbt, bisweilen auch ein Öltröpfchen. Bei näherer Betrachtung sieht man, wenn der Schnitt in Wasser liegt, nur eine schaumige Masse (Fig. 7. *y*). Behandelt man den Schnitt zuvor mit Alkohol und läfst dann Natriumphosphat zufliefsen, so erscheint ein Maschennetz (Fig. 21 a), läfst man jedoch zu dem mit Alkohol mazerierten Schnitte Wasser zufliefsen, so treten einschlufsfreie Aleuronkörner hervor (Fig. 21 b).

Um den unteren Teil der Radicula liegt innerhalb dieser „Kleberschicht" nur eine zarte Schicht obliterierten Gewebes. Um den oberen Teil der Radicula jedoch und ganz besonders um die Cotyledonen, diese rings einhüllend, findet sich ein breites Endosperm, das schon auf dem Lupenbilde als glashelle Masse erscheint (*End.*, Fig. 4), im trockenen Samen zu einer schmalen, hornartig harten Schicht zusammengetrocknet ist (Fig. 4 a) und beim Einlegen der Samen in Wasser aufserordentlich stark aufquillt (Fig. 4 b). Seine Zellen sind gegen die Cotyledonen hin radial gestreckt. Ihre Membranen sind aufserordentlich stark verdickt und als Schleimmembranen entwickelt. Sie quellen in Wasser stark, nicht in Kali. Die Schichtung der Schleimmembran (Fig. 7 und 15) bei Schnitten, die in Wasser liegen, gänzlich unsichtbar (×, Fig. 15), wird besonders in den inneren sekundären Membranverdickungsschichten deutlich — die der zarten primären Membran anliegenden Schichten zeigen keine oder undeutliche Schichtung — wenn man den Schnitt erst in Wasser und dann in Glycerin legt, oder Kali zufliefsen läfst, wo der Schleim eine körnige Beschaffenheit annimmt oder Conc. Schwefelsäure zusetzt. Oftmals tritt aber die Schichtung erst nach einiger Zeit hervor. Gegen Jod, Jodschwefelsäure und Chlorzinkjod verhalten sich die verschleimten, im polarisierten Lichte nur schwach leuchtenden Membranen indifferent, durch Jodschwefelsäure wird wenigstens nur die als zarte Linie sichtbare primäre Membran (*pm.*, Fig. 15) gebläut (aber auch nicht immer, sicher erst nach vorherigem Erwärmen mit verd. Kali). Bei dieser Behandlung treten anfangs die Schichten sehr deutlich hervor und die breite, der primären Membran anliegende ungeschichtete Verdickungsschicht wird gelblich gefärbt. Die Schleimmembranen reagieren also wie echter Schleim. Das Lumen der Schleimzellen ist klein und meist stark verzogen. Der Inhalt färbt sich mit Jod gelb.

Die Entwickelung der Schleimmembran geht in der Weise vor sich, dafs zunächst im Inhalte der jungen Endospermzellen kleine Schleimtropfen auftreten (Fig. 12), die alsdann zu gröfseren Schleimblasen zusammenfliefsen (Fig. 13). Dann entsteht ein zunächst schmaler, dann allmählich breiter werdender Schleimbeleg an der primären Wand, der anfangs hyalin und ungeschichtet ist (Fig. 14), aber von Anfang an wie echter Schleim reagiert. Erst im letzten Entwickelungsstadium zeigt die nun zu einer breiten Schleimmembran herangewachsene sekundäre Verdickungsschicht der Endospermzellen Schichtung (Fig. 15). Das Lumen ist zu einer schmalen Spalte zusammengeschrumpft, führt aber noch lange Stärke.

Nach innen zu wird der Endosperm von einer Schicht stark kollabierten „Quellgewebes" begrenzt.

Die sekundären Schleimmembranverdickungsschichten bilden den Reservestoff des Samens. Sie werden bei der Keimung aufgebraucht. Zunächst verflüssigen sie sich und dann wird ihr Inhalt fortgeführt. Schliefslich bleiben nur noch die zarten primären Membranen übrig, die zusammenschrumpfen, aber nicht gelöst werden. Nunmehr bewirkt Alkohol in den entleerten Zellen keine Schleimfällung mehr. Die Schleimsubstanz wird den Cotyledonen durch das Quellgewebe zugeführt. So lange der Schleimvorrat reicht, also Kohlenhydrate in die als Saugorgane funktionierenden Cotyledonen reichlich übertreten, führen die letzteren viel Stärke. Dann schwindet dieselbe.

Das Gewebe der Cotyledonen ist ein zartes Parenchym von meristematischem Charakter, welches durchzogen ist von einer Reihe von Prokambiumsträngen (*proc.*, Fig. 11). An der flachen Seite der Cotyledonen, dort wo dieselben aufeinander liegen — es ist dies die morphologische Oberseite — findet sich ein Palissadengewebe von 2—4 Reihen (*p.*, Fig. 11). Die andere Blatthälfte füllt ein zartwandiges Merenchym (*mer.*, Fig. 11). An der Grenze beider laufen die eben erwähnten Prokambiumstränge, die bei der epigäen Keimung der Samen zu Nervenbündeln werden. Das Gewebe der Radicula besteht in der Randschicht aus einem zarten collenchymatischen Gewebe (×, Fig. 9), das bis zur Bündelscheide reicht. Im Innern liegt ein Prokambiumbündelstrang (*proc*, Fig. 10). Derselbe besteht im einfachsten Falle aus 4 Prokambiumsträngen, die Kreuzstellung zeigen. Höchstens treten 8 solcher Stränge auf. In einigen dieser Stränge sind bereits junge Gefäfse zu bemerken (*gf.*, Fig. 10). In der Mitte liegt ein zarter Markkörper.

Der Inhalt der Zellen der Radicula und der Cotyledonen besteht aus einem Ölplasma, in welches Aleuronkörner und Stärkekörnchen eingebettet sind. Legt man den Schnitt in Osmiumsäure, so heben sich die Aleuron- und

Stärkekörner hell ab von dem gebräunten Ölplasma. Behandelt man den Schnitt mit Natriumphosphat, so bleibt das Öl-Plasmanetz übrig und die Aleuronkörner werden gelöst (Fig. 16b). Legt man in Wasser, so bedeckt sich der ganze Schnitt mit vielen kleinen Öltröpfchen. Beobachtet man in Alkohol und läfst Jodlösung zufliefsen, so werden die kleinen Stärkekörnchen deutlich und es treten die Details an den Aleuronkörnern hervor (Fig. 16a, 17 und 18). Man sieht alsdann, dafs einige nur aus einer Grundmasse bestehen, in die ein zartes helles Netzwerk eingebettet ist (Fig. 18), andere noch aufserdem ein Kristalloid enthalten (Fig. 17). Läfst man dann vorsichtig erst Wasser und dann sehr verdünntes Kali zufliefsen, so löst sich das Kristalloid und die Grundmasse und es bleibt das eben erwähnte Netz übrig (Fig. 19 und 20), umgeben von der zarten Haut. Hieraus ergiebt sich, dafs bei den Aleuronkörnern des Bockshornsamen Globoide in Körnerform fehlen, die Globoidmafse vielmehr in Form eines Balkengerüstes vorhanden ist. Die Gröfse der Aleuronkörner schwankt. Nur die grofsen, die 10—15 mik messen, führen Kristalloide, die kleinen, 1,5—8 mik messenden sind kristalloidfrei.

Auch der Trigonellin hat seinen Sitz in den Cotyledonen und der Radicula, denn beide werden durch Eisenchlorid rötlich und durch Kali gelb.

Das Pulver.

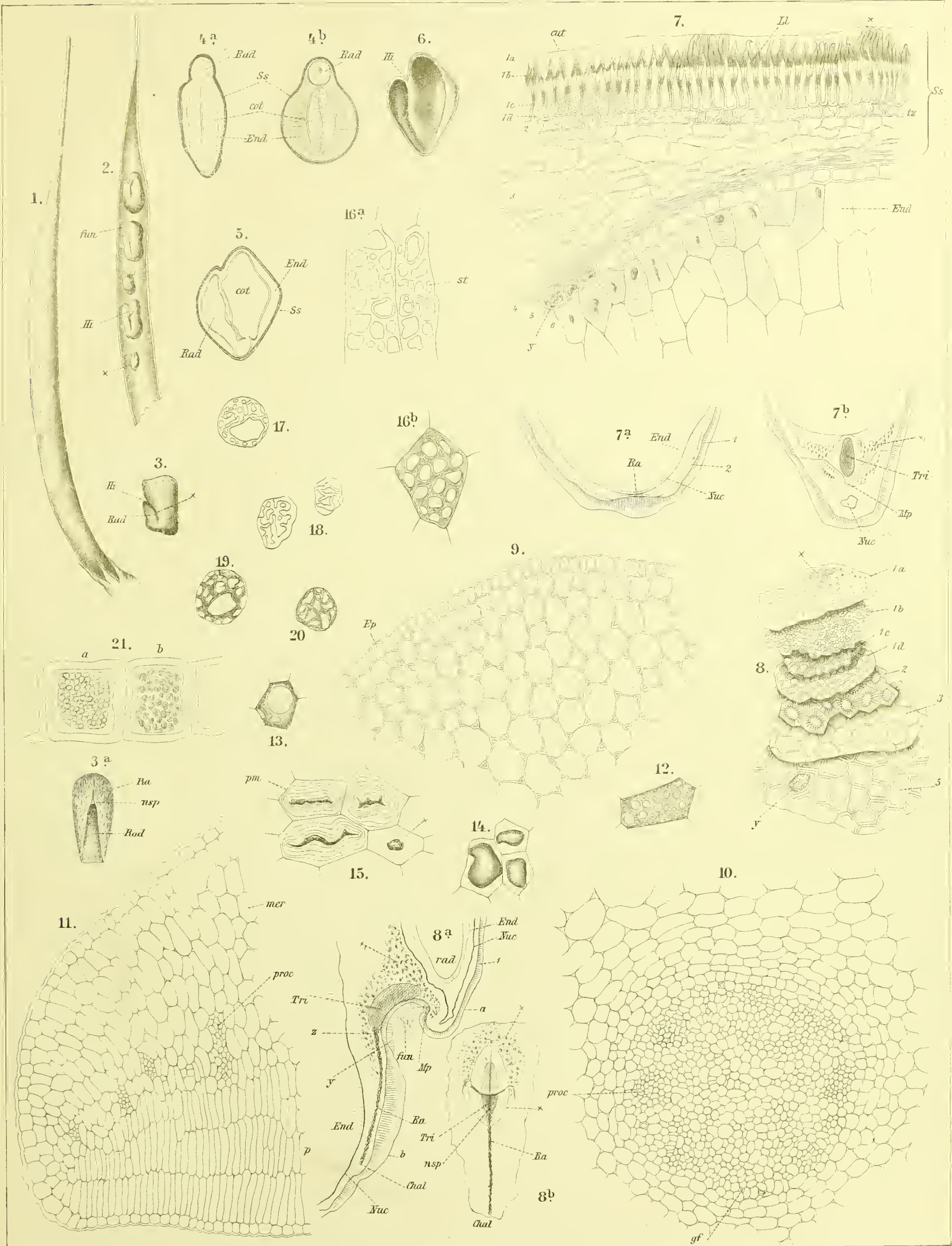
Betrachtet man das Pulver in Wasser, so treten namentlich die hellen Schleimzellen des Endosperms hervor, betrachtet man in Alkohol, so lassen sich die Aleuronkörner und nach Zufliefsenlassen von Jodlösung auch die Stärkekörner wahrnehmen und messen. Besonders Form, Bau und Gröfse der Aleuronkörner bietet ein vorzügliches diagnostisches Hilfsmittel. Bei Betrachten des Pulvers in Chloral treten alsdann Fragmente der Cotyledonen und der Radicula und namentlich solche der Samenschale in Flächen- und Queransicht in allen Details deutlich hervor. Sowohl die Palissadenschicht als auch die Säulenzellen sind charakteristisch, besonders letztere.

Tafel 75.

Erklärung der Abbildungen.

(Trigonella Faenum Graecum L.)

Fig. 1. Frucht von aufsen.
„ 2. Frucht längs durchschnitten.
„ 3. Same von der Fläche betrachtet.
„ 3a. Same von der Innenseite betrachtet.
„ 4a. Same in der Mitte quer durchschnitten, trocken.
„ 4b. Same, in der Mitte quer durchschnitten, in Wasser.
„ 5. Same, längs durchschnitten.
„ 6. Same, längs durchschnitten, Keimling herausgelöst.
„ 7. Querschnitt durch die Samenschale und den Rand des Endosperms.
„ 7a. Querschnitt durch die Samenschale an der Stelle, wo die Raphe verläuft (etwa bei b, Fig. 8a).
„ 7b. Querschnitt durch die Stelle der Samenschale, wo die Tracheideninsel und die Nucellusspitze liegt (etwa bei a, Fig. 8a).
„ 8. Succedane Flächenschnitte durch die Schichten der Samenschale. Die Zahlen 1—5 bezeichnen die correspondierenden Schichten in Fig. 7 und 8.
„ 8a. Medianer Längsschnitt durch die Samenschale, dort wo das Hilum und die Raphe liegt.
Fig. 8b. Flächenansicht der Partie am Hilum, also Fig. 8a von rechts her betrachtet.
„ 9. Querschnitt durch die Randpartie der Radicula.
„ 10. Querschnitt durch den centralen Bündelcylinder der Radicula.
„ 11. Querschnitt durch den Rand eines der Cotyledonen.
„ 12—15. Entwickelungsgeschichte der Schleimzellen des Endosperms.
„ 16a. Zellen aus den Cotyledonen mit den Aleuron- und Stärke-Körnern (*st*) in Alkohol.
„ 16b. Eine Zelle der Cotyledonen in Natriumphosphat. Das Grundplasmanetz deutlich.
„ 17. Kristalloidführendes Aleuronkorn aus den Cotyledonen, mit Alkohol entfetteter Schnitt, in Jodlösung.
„ 18. Kristalloidfreies Aleuronkorn, ebenso behandelt.
„ 19 und 20. Die Aleuronkörner (Fig. 17 und 18) nach Behandeln mit sehr verd. Kali.
„ 21. Zellen der sog. „Kleber- bez. Aleuronschicht“, der Randschicht des Endosperms, a. nach der Maceration mit Alkohol in Natriumphosphat, b. in Wasser. In b. die Aleuronkörner.



Lith. Anst. v. C. Kirst, Leipzig.

Rad. belladonnae.

Tollkirschen oder Belladonnawurzel, Racine de Belladonne, Belladonna Root.

Von der Tollkirsche, Atropa Belladonna L., ist die Wurzel, sowie das ansitzende Rhizom mit den Stengelresten unter dem Namen Rad. belladonnae in Gebrauch.

Das Rhizom zeigt zwei Formentypen. Entweder ist es sehr lang und stengelartig — der seltenere Fall — oder es ist kurz und mehrköpfig (Fig. 1, *Rhiz.*). Im ersteren Falle gleicht sein Bau ganz einem typischen Stengel. Es besitzt alsdann einen breiten, derben, strahligen Holzkörper (*gth*, Fig. 2a), der dem Ganzen eine grofse Festigkeit verleiht und der neben Gefäfsen zahlreiche Libriformfasern enthält.

In den Fällen wo das Rhizom kurz ist und sich nach oben hin in mehrere Äste gabelt, die entweder Knospen oder Stengel tragen, zeigt das Rhizom einen etwas verschiedenen Bau, je nachdem man es unten, wo es in die Wurzel übergeht (bei *c*, Fig. 1), in der Mitte (bei *b*, Fig. 1) oder oben (bei *a*, Fig. 1) durchschneidet. Im unteren Teile ist es weich und wenig holzig (Fig. 2c). Ein Kranz von Gefäfsbündeln umgiebt ein grofses Mark (*m*, Fig. 2c), in dem am Rande einige isolierte Gefäfsteilgruppen liegen. Etwas weiter oben legt sich an diesen peripheren Rand (*agth*, Fig. 2b) ein geschlossener Gefäfsteilcylinder (*igth*, Fig. 2b) und ganz oben verschwindet der periphere Gefäfsteil ganz oder nahezu ganz, und der Gefäfsteil besteht aus einem derben, strahligen Holzcylinder wie in Fig. 2a. Wie weit das Rhizom reicht, ist an der Droge leicht auch äufserlich zu sehen. Der Rhizomteil derselben ist nämlich relativ glatt und zeigt Längsstreifen, hie und da auch Querrunzeln (Fig. 1, *Rhiz.*). Auch beim Durchschneiden merkt man bald, ob man ein Rhizomstück vor sich hat. Denn dieselben sind, wenigstens im oberen Teile, viel derber und fester als die Wurzeln, die sich nach dem Aufweichen wie Wachs schneiden lassen. Es rührt dies eben daher, dafs die Rhizome, wie oben erwähnt, einen sehr derben Holzkörper besitzen.

Ursprünglich endigt die junge Hauptwurzel oben in einen Sprofs. Derselbe stirbt aber nach einem Jahre ab und wird durch einen oder mehrere Seitensprosse übergipfelt, die, nachdem sie neue Sprosse gebildet haben, ihrerseits wieder übergipfelt werden. Da diese Übergipfelung sehr dicht unter- und nebeneinander erfolgt, liegt an der Spitze der Hauptwurzel oft ein ganzes Konglomerat von Sprossen verschiedenen Grades (Fig. 1), deren Zugehörigkeit zu den einzelnen Jahren nicht mehr festzustellen ist. Das ganze Verzweigungssystem ist ein Sympodium.

Nach unten zu läuft das Rhizom in die Hauptwurzel aus (*Hwu*, Fig. 1). Dieselbe ist oft aufserordentlich stark und lang. Hauptwurzeln von 30 bis 40 mm Dicke gehören keineswegs zu den Seltenheiten. Daher findet man auch in der Droge ganz gewaltige Wurzeln. Meist allerdings sind dieselben der Länge nach halbiert, um sie besser trocknen zu können. Häufig erscheint die Hauptwurzel gedreht. Nicht selten treten an ihr, besonders dann, wenn ihr Wachstum durch irgend welche Umstände gehindert ist, zahlreiche derbe Nebenwurzeln hervor (*Nwu*, Fig. 1). Aber gar oft unterbleibt dies auch und die Hauptwurzel bleibt mit ihren zarten Nebenwurzeln dauernd das einzige Ernährungsorgan. Zarte Nebenwurzeln treten übrigens auch aus dem Rhizome hervor. Die Wurzeln sind äufserlich dadurch kenntlich, dafs sie grobrunzlich sind (Fig. 1). Dies läfst sie von den Rhizomabschnitten deutlich unterscheiden. Die groben Runzeln sind besonders tief bei den Hauptwurzeln, wo sie bisweilen zu einer förmlichen Zerklüftung des Wurzelkörpers führen. Auch beim Durchschneiden ist die Wurzel leicht kenntlich. Eingeweicht schneidet sie sich wie Wachs, trocken bricht sie körnig-eben und stäubt dabei infolge ihres hohen Stärkegehaltes. Aufsen ist sie grau bis graubräunlich, innen grauweifs, mehlig. Gekaut schmeckt sie anfangs süfslich, dann bitterscharf und würgend. Durchschneidet man die Wurzeln, so findet man eine strahlige Randzone am Kambium und im Innern zerstreute Holzbündel (Fig. 3d und 4). Auch dies läfst Wurzel und Rhizom leicht unterscheiden.

Der anatomische Bau des Rhizoms ist folgender: Die Rinde ist schmal (Fig. 2a). Sie ist bedeckt von der Epidermis (*Ep*, Fig. 5) und einer unter derselben liegenden mehrschichtigen Korkschicht (*K*, Fig. 5), dann folgt ein mit Stärke vollgepfropftes Parenchym, in dem vereinzelte Zellen mit sehr kleinen Kalkoxalatkristallen sich finden (*krz*, Fig. 5). Diese sogenannten Kristallsandzellen, die sich in allen Teilen der Pflanze, in Mark und Rinde bei allen Solaneen und Datureen finden, erscheinen grau. Die Kristalle selbst sind aufserordentlich klein, dreistrahlig (Fig. 14). Das Kambium

(*c*, Fig. 5) trennt die schmalen äufseren Siebteile (*sb*, Fig. 5, *sba*, Fig. 2b und 2c) von dem derben Holzkörper (*gth*, Fig. 5). Aufserhalb der durch breite Rindenstrahlen (*rst*, Fig. 5) geschiedenen Siebteile liegt ein lockerer Ring von Bastzellen (*B*, Fig. 5). Diese Bastzellen sind sehr lang und dadurch ausgezeichnet, dafs sie centripetale Wandverdickungen zeigen, die bisweilen zum Verschlusse des Lumens führen (Fig. 5a). Sie besitzen zugeschärfte Enden und linksschiefe Tüpfel. Der Holzkörper besteht seiner Hauptmasse nach aus Libriformzellen (*lf*, Fig. 5), zwischen denen sich einige Gefäfse und Gefäfsgruppen (*gf*, Fig. 5) befinden.

Mehrreihige Markstrahlen durchziehen den Holzkörper in radialer Richtung (*mk*, Fig. 5). Innerhalb des Holzkörpers liegt, wie bei vielen (vielleicht allen) Solanaceen, ein Ring innerer Siebbündel (*sbi*, Fig. 2b und 2c), so dafs also die Bündel bicollateral sind. Auch diese Siebbündel führen, wie die äufseren am Rande, hier also gegen das Mark hin, Bastzellen. Zu innerst liegt das mit Stärke vollgepfropfte Markparenchyn (*m*, Fig. 2b und 2c).

Die Wurzeln sind sehr verschieden von dem Rhizom gebaut. Der primäre Bau der Wurzel ist diarch (Fig. 3a). Wurzeln, die noch diesen Bau zeigen, sind in der Droge selten, kommen aber darin vor. Sie besitzen nur einen Durchmesser von circa 0,2 mm, sind also haarfein. Sehr frühzeitig, wenn die Wurzel einen Durchmesser von circa 0,4 mm besitzt, bildet sich um die zweistrahlige Gefäfsplatte ein derber Libriformcylinder aus. Im Centrum der Wurzel liegt also ein derber Strang festen Gewebes (Fig. 3b). Hat die Wurzel einen Durchmesser von 2 mm erreicht, so ist der primäre radiale Bau sehr vollständig in den sekundären collateralen übergegangen und die Wurzel beginnt die primäre Rinde samt den Wurzelhaaren abzuwerfen. Die Endodermis übernimmt nun die Rolle des äusseren Schutzes (Fig. 3c). Aber noch Wurzeln von circa 4 mm Dicke lassen hie und da Reste der primären Rinde erkennen. Schon bevor die primäre Rinde abgeworfen wird, tritt im centralen Strange Sprengung ein und eine circa 2 mm dicke Wurzel zeigt innerhalb des peripherischen Bündelringes zerstreute Gefäfsgruppen und einen zersprengten Centralstrang (Fig. 3c). Bei Wurzeln von circa 9 mm Dicke, die in der Droge oft vorkommen (Fig. 3d) liegt innerhalb des Kambiumringes und diesem angelagert ein Kranz radial gestreckter Gefäfsteile und innerhalb desselben isolierte Gefäfsteilgruppen. Der Centralcylinder ist ganz zersprengt und kaum noch als solcher zu erkennen, wenigstens stets undeutlich. Dies Bild bleibt dann erhalten und auch die dicksten Wurzeln, z. B. die Hauptwurzeln der Pflanze, zeigen den gleichen Bau (Fig. 4).

Bedeckt sind die Wurzelstücke, wie sie die Droge enthält, mit einer Korkschicht (*K*, Fig. 6), die der Endodermis bezw. dem Perikambium entstammt. Dieselbe stirbt aufsen ab und erneuert sich von innen her.

Die sekundäre Rinde besteht zu äufserst aus einem zarten Parenchym, welches mit Stärkekörnern (*stä*, Fig. 6) vollgepfropft ist. Diese Stärkekörner (Fig. 9), die auch im inneren Teile der Wurzel reichlich sich finden, sind 3—15—20 mik grofs, rundlich oder halbkugelig, einfach oder zu mehreren zusammengesetzt. Sie bedingen das Stäuben der trockenen Wurzel beim Durchbrechen und die Blaufärbung der Querbruchstelle durch Jodlösung. Eingestreut in das Stärkeparenchym findet man dann noch Zellen mit Kalkoxalatsand (*krz*), dessen Kriställchen (Fig. 14) schon oben beschrieben wurden. Der Siebteil (*sb*, Fig. 6) ist schmal, läfst aber schön die Siebröhren mit den geneigten Siebplatten erkennen. Das Kambium (*c*, Fig. 6) läuft als Kreislinie ringsum und ist mehrreihig. An dasselbe legt sich von Innen her ein Kranz grofser Holzbündel, die vorwiegend aus Gefäfsen (*gf*, Fig. 6) neben Holzparenchym bestehen. Derartige Holzbündel finden sich dann auch zerstreut im inneren Teile der Wurzel (Fig. 7). Bei älteren Wurzeln, z. B. der Hauptwurzel, werden die Gefäfse dieser Holzbündel von Libriformfasern (*lf*, Fig. 8) begleitet, die bei dünneren Wurzeln nur an dem zersprengten Centralstrange zu finden sind. Die Gefäfse sind getüpfelt oder leistenförmig verdickt (*gf*, Fig. 8), übrigens oft hin und her gebogen. Kristallsandzellen liegen auch im centralen Teile der Wurzel, einzeln oder zu weniggliederigen Gruppen vereinigt.

Durch Kochen mit verdünntem Kali lassen sich die parenchymatischen Elemente der Wurzel leicht isolieren.

Die Frühlingswurzel enthält Zucker und wenig oder gar keine Stärke. Sie ist auch alkaloidarm. Man sammelt daher die Wurzel im Juli und August von der blühenden resp. fruchtenden Pflanze. Diese zeigt die oben beschriebenen Merkmale, besonders den grofsen Stärkereichtum.

Das Pulver.

Das Pulver der Belladonnawurzel bietet, besonders wenn es aus geschälter Wurzel dargestellt wurde, aufser den Kristallsandzellen wenig Charakteristisches. Das Stärkemehl prävaliert stark. Demgegenüber treten die anderen Elemente, wie die Gefäfse, sehr in den Hintergrund. Reichliche Beimengung von Libriform- oder Bastzellen (Fig. 5a) deutet auf — übrigens unzulässige — gröfsere Mengen von Rhizom.

Fol. Belladonnae.

Belladonna oder Tollkirschenblätter, Feuilles de Belladonne, Belladonna leaves.

Die Blätter von Atropa Belladonna L. zeigen besonders in der Blütenregion eine merkwürdige Anordnung (es sind sogenannte Folia geminata), die dadurch zu stande kommt, dafs das Tragblatt bis zum nächsten Knoten hinaufrückt. So stehen in der Blütenregion vier Organe nebeneinander: eine Blüte oder ein Partialblütenstand, eine Knospe, ein grofses und ein kleines Blatt (Fig. 15). Die Blüte I ist das morphologische Ende der Achse I, die Blüte II das der Achse II u. s. f. Der Blütenstand ist also ein Sympodium, die Blüten also nicht, wie es zuerst scheint, achselständig. Die (scheinbare) Hauptachse ist aus Abschnitten verschiedenen Grades zusammengesetzt. Von den beiden Blättern, welche an den Knoten sitzen, ist das gröfsere (β, Fig. 15) von dem nächst tieferen Knoten heraufgewachsen, gehört also eigentlich nicht an diese Stelle. Es trägt in seiner Achsel den ganzen Sprofs I, der die Blütenstandsachse fortsetzt. Das zweite Blatt ($\alpha_{,}$) gehört an die Stelle, wo es sich findet. Es trägt in seiner Achsel eine Knospe (*kn*), die nur selten sich weiter entwickelt und die meist im Knospenzustande verbleibt. Ganz das Gleiche gilt dann auch von den weiteren Verzweigungen. $\beta_{,}$ und $\beta_{,,}$ gehören an den nächst tieferen Knoten u. s. w.; $\beta_{,}$ ist das Deckblatt des Sprofses II u. s. f. Von den „gepaarten Blättern" steht also nur das kleinere an der richtigen Stelle, das gröfsere ist das hinaufgewachsene Deckblatt des betreffenden Sympodialgliedes, das kleinere das sterile Vorblatt desselben. Da die Vorblätter zum Deckblatt transversal stehen, so bilden hiernach diese beiden Blätter ungefähr einen rechten Winkel miteinander. In der vegetativen Region des Stengels liegen die Sachen anders. Hier stehen die Blätter in spiraliger Anordnung am Stengel. Aber auch hier scheinen übrigens die Blätter zum nächstfolgenden Knoten hinaufzurücken. An der Grenze der Blütenregion findet eine Stauchung der Achsen statt, die so stark ist, dafs hier anscheinend aus einem Punkte mehrere scheinbar gleichwertige Achsen trugdoldenartig entspringen, bei schwachen Exemplaren zwei, bei starken ein Scheinquirl von zwei bis sechs. Oberhalb dieser Stelle findet sich dann das oben beschriebene Verhältnis: Sympodien von Wickelcharakter und die Folia geminata. Auch die sekundären Verzweigungen der Inflorescenz zeigen übrigens sympodialen Charakter.

Die Blätter selbst sind eiförmig, elliptisch oder eilänglich, in eine ziemlich feine Spitze auslaufend, an der Basis in den Stiel keilförmig verschmälert, ganzrandig, dünn, 4 bis 20 cm lang. Die von dem Hauptnerven abgehenden Sekundär- und Tertiärnerven bilden Randschlingen. Mit blofsem Auge sieht man nur auf den Nerven Haare, bei Betrachtung mit der Lupe sieht man aber auch dergleichen auf der Fläche; bei dieser Betrachtungsweise treten auch zahlreiche zarte weifse Flecke oder Höcker hervor, die den Oxalatzellen entsprechen, die im Innern des Blattes liegen.

Der anatomische Bau der Blätter ist einfach. Die Epidermis der Blattoberseite (*Epo*, Fig. 10 und 11) besteht aus etwas tangential gestreckten Zellen, die, von der Fläche betrachtet, nur geringe wellige Biegungen der Seitenwände erkennen lassen. Die Kuticula zeigt zarte, unregelmäfsig verlaufende Falten (Fig. 11), die über den Nerven stärker sind, dort gerade verlaufen und daselbst auch auf dem Querschnitte sichtbar werden (*cut*, Fig. 10). Spaltöffnungen sind vorhanden, aber nicht sehr zahlreich. Die Epidermis der helleren Blattunterseite (*Epu*, Fig. 10 und 12) zeigt eine stärkere Wellung der Epidermisseitenwände (Fig. 12) und eine erheblich gröfsere Anzahl von Spaltöffnungen. Die Faltung der Kuticula ist die gleiche wie auf der Oberseite. Die Zahl der Nebenzellen beträgt bei den Spaltöffnungen sowohl der Blattoberseite wie der Unterseite meist 3, seltener 4.

Unter der oberen Epidermis liegt eine meist einreihige Schicht von Palissaden (*p*, Fig. 10), dann folgt ein zartes, reich durchlüftetes Merenchym. In ihm finden sich auch die ziemlich zahlreichen Kristallsandzellen, die eine grofse Menge sehr kleiner Kriställchen (Fig. 14) führen.

Die Haare, welche auf beiden Seiten der Blattfläche liegen und wie gewöhnlich so auch hier die Nerven bevorzugen, sind für gewöhnlich Reihenhaare mit einem kugeligen Köpfchen (*t*, Fig. 10 und 13). Daneben finden sich auch, wennschon bedeutend in der Minderzahl, solche mit mehrzelligem Köpfchen ($t_{,,}$, Fig. 11) und solche mit kegeliger Spitze (*t*, Fig. 11).

Der Mittelnerv ladet stark nach unten aus, etwas auch nach oben. Er führt unter der Epidermis sowohl oberseits wie unterseits einen schmalen Kollenchymstrang (*col*, Fig. 10). Im Grundparenchym liegen auch hier Kristallsandzellen. Das Nervenbündel ist bicollateral. Es führt also Siebteile sowohl oberseits ($sb_{,}$) wie unterseits (*sb*, Fig. 10). Der Gefässteil (*gth*) zeigt undeutlich strahligen Bau. Die Sekundär- und Tertiärnerven liegen im Mesophyll und treten nicht oder doch nur wenig äufserlich hervor.

In der Droge finden sich bisweilen Blüten und Früchte.

Das Pulver.

Das Pulver der Belladonnablätter ist durch die Kristallsandzellen charakterisiert. Auch die eigenartigen Haare sind diagnostisch brauchbar. Bei den Epidermisfetzen mufs man die Zahl der Spaltöffnungsnebenzellen bestimmen. Es sind meist drei. Auch die Faltung der Kuticula ist charakteristisch. Man präpariert in Chloral.

Tafel 76.

Erklärung der Abbildungen.

(Atropa Belladonna L.)

Fig. 1—9. Radix Belladonnae.

Fig 1. Junges Rhizom (*Rhiz*) von Atropa Belladonna L. mit Wurzeln und einigen Sprossen. ×, der Sprofs dieses Jahres, × der abgestorbene Sprofs des Vorjahres. Die Hauptwurzel (*Hwu*) ist im Wachstum gehemmt und hat mehrere starke Nebenwurzeln (*Nwu*) gebildet.

„ 2a. 2b, 2c. Querschnitte durch das Rhizom in verschiedenen Höhen (Lupenbilder). 2a oben bei a (Fig. 1), 2b in der Mitte bei b (Fig. 1) und 2c unten bei c (Fig. 1), dort, wo das Rhizom in die Wurzel übergeht.

„ 3—4. Wurzelquerschnitte (Lupenbilder).

„ 3a. Primärer Bau der Wurzel (diarch).

„ 3b. Beginn des sekundären Dickenwachstums Im Centrum liegt ein Libriformcylinder.

„ 3c. Die primäre Wurzelrinde wird abgeworfen, der centrale Libriformcylinder ist zersprengt.

„ 3d. Fertige Nebenwurzel, Drogenmaterial.

„ 4. Fertige Hauptwurzel, in der Mitte durchgespalten, Drogenmaterial.

Fig. 5. Querschnitt durch die Rinde und den äufseren Teil des Holzkörpers des Rhizoms.

„ 5a. Bastzellen aus der Rinde des Rhizoms.

„ 6. Querschnitt durch die Randschicht der Wurzel am Kambium.

„ 7. Querschnitt durch den inneren Teil der Wurzel.

„ 8. Gefäfse und Libriform aus einer älteren Wurzel, Längsansicht.

„ 9. Stärkekörner der Wurzel.

Fig. 10—15. Folia Belladonnae.

Fig. 10. Querschnitt durch die Mittelrippe des Blattes und die benachbarte Lamina.

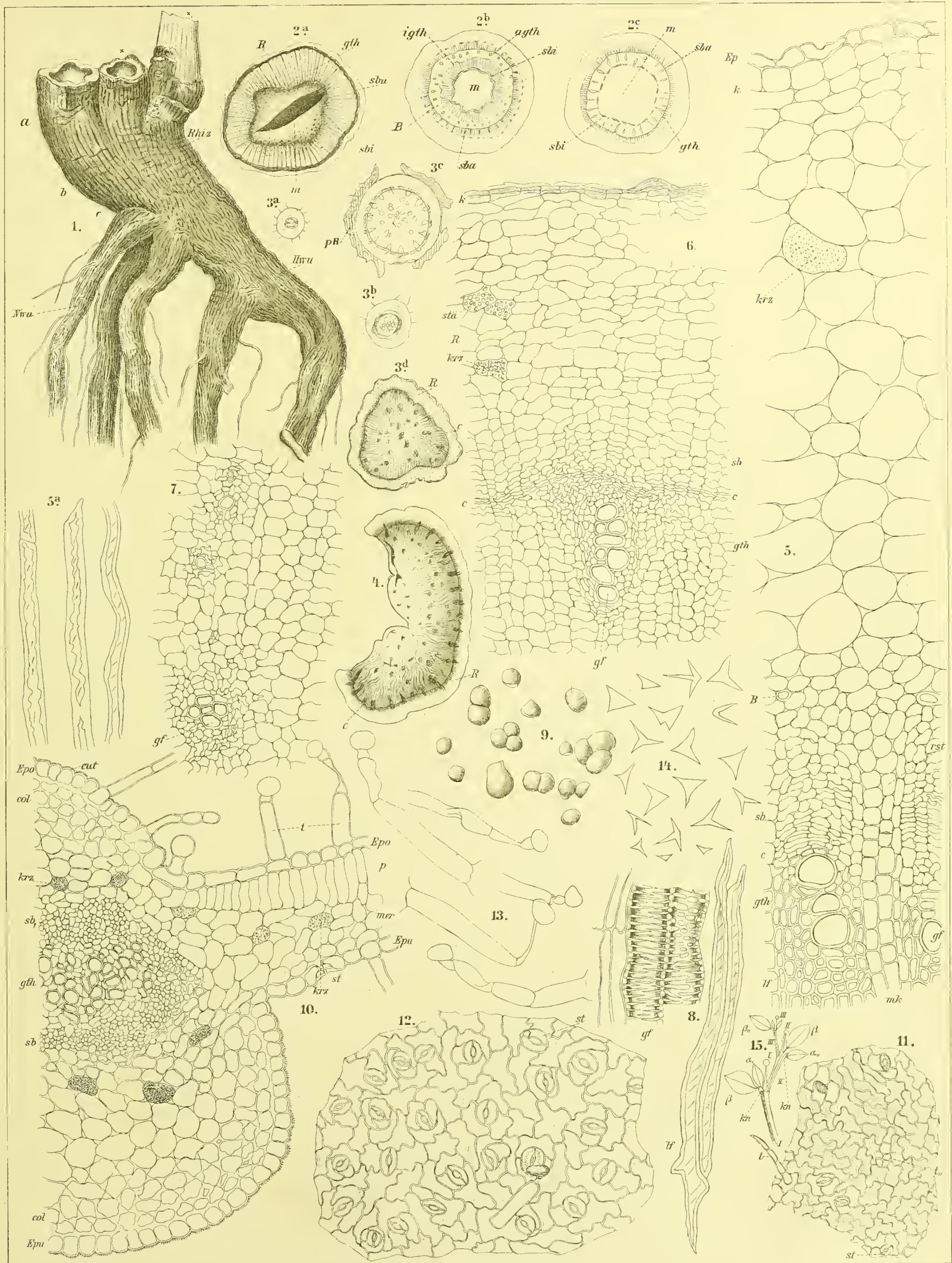
„ 11. Epidermis der Blattoberseite. Flächenschnitt.

„ 12. Epidermis der Blattunterseite. Flächenschnitt.

„ 13. Haare.

„ 14. Kalkoxalatkriställchen aus den Kristallsandzellen.

„ 15. Aufbau der Blütenregion und Deutung der Folia geminata (nach Eichler).



Cubebae.

Fruct. cubebae, Cubeben, Cubèbe, Poivre à queue, Cubebs.

Der Kletterstrauch Cubeba officinalis Miq., (Piper Cubeba L. fil.), ist diclin-dioecisch. Die Blütenstände stehen den Blättern gegenüber und nicht in der Achsel eines Laubblattes. Diese scheinbare Anomalie kommt dadurch zu stande, dafs das Internodium in einen Blütenstand ausläuft, der letztere also morphologisch gipfelständig ist. Aus der Achsel des unter dem Blütenstande inserierten Laubblattes, das scheinbar dem Blütenstande gegenübersteht, entspringt ein neuer Sprofs, der wieder in einen Blütenstand ausläuft u. s. f. Das Ganze ist also ein Sympodium, dessen einzelne Glieder Achsen verschiedener Ordnung sind, die sich in eine gerade Linie richten und die Blütenstände beiseite schieben.

Die männlichen Blütenstände sind kurzgestielte, schlanke, walzenförmige Ähren (Kolben), die eine Länge von ca. 4 cm besitzen. Die Blüten sitzen in der Achsel von spiralig angeordneten Deck- oder Tragblättern so versteckt, dafs man sie von aufsen fast gar nicht sieht (Fig. 5). Im grofsen und ganzen scheint das Verhalten der Tragblätter dem bei Piper nigrum (S. 103 u. Fig. 3) beschriebenen ähnlich, d. h. das Scheinperigon der Blüte besteht aus den Abschnitten dreier Tragblätter, von denen eines die Blüte von unten, die beiden anderen die Blüte von der Seite behüllen. Die von der Seite die Blüte behüllenden Abschnitte, die sich an der Bildung des Scheinperigons in erster Linie beteiligen, greifen so weit über dieselbe, dafs sie wie ein Becher die Blüte umschliefsen (Fig. 5), dabei greifen die seitlichen Abschnitte eines Tragblattes um zwei benachbarte Blüten herum. Das Tragblatt erscheint demgemäfs im Querschnitte T-förmig. Die Tragblätter bestehen aus einem dünnwandigen Parenchym, in dem zahlreiche Ölzellen liegen. An den Seiten, die den Blüten benachbart sind, finden sich grofse Schleimzellen (×, Fig. 5). Die männlichen Blüten sind perigonlos und bestehen nur aus zwei oder drei Staubfäden, welche auf einem kurzen Stiel grofse Antheren tragen (*anth,* Fig. 5), die dicht erfüllt sind mit rundlichen Pollenkörnern mit glatter Exine. Sind nur zwei Stamina vorhanden, so ist das hintere abortiert. In der Regel sind drei ausgebildet, so dafs der Querschnitt durch den Blütenstand bald zwei, bald ein Staubgefäfs trifft (Fig. 5). In der Mitte der Spindel liegt eine grofse Höhle. Rings um dieselbe sind die Gefäfsbündel in einen Kreis angeordnet (*gfb,* Fig. 5).

Der weibliche Blütenstand ist etwa eben so lang wie der männliche, aber etwas dicker. Die weiblichen Blüten sind in der gleichen Weise wie die männlichen inseriert. Auch hier sind demnach die Tragblätter im Querschnitte T-förmig (Fig. 3) und auch im Längsschnitte zeigen sie diese Form (Fig. 2). Die ganz jungen Blüten sind kugelförmig und zeigen nur einen kurzen Griffelkanal (♀*bt,* Fig. 2). Bei der weiteren Entwickelung schieben sie sich zwischen den Tragblättern vor und nunmehr treten an der Spitze der ♀-Blüte zwei bis vier Narben hervor (*Na,* Fig. 3). In diesem Stadium ist die nunmehr keulenförmige Blüte empfängnisreif. An ihrer Basis wird in der Fruchtknotenhöhle ein einfaches atropes Ovulum sichtbar (*ov,* Fig. 3). Ist die Befruchtung vollzogen, so erfolgt zunächst in der Partie unterhalb des Ovulums ein lebhaftes Wachstum. Infolgedessen wird die junge Fruchtanlage nunmehr vollständig aus der Tragblatthülle hervorgeschoben (*fr,* Fig. 4). Sie sitzt scheinbar auf einem Stiele, der aber wie gesagt nichts anderes ist, als die stielartig verlängerte Fruchtknotenbasis. Diese letztere wird schliefslich einige (bis 10) mm lang. An der Basis der weiblichen Blüte beobachtet man mehrere kleine Spitzchen (*y,* Fig. 3). Es dürften dies Staminodien sein. Die Tragblätter der weiblichen Blüte sind ähnlich wie die des männlichen Blütenstandes gebaut. Sie bestehen aus dünnwandigem Parenchym, in dem einige wenige Ölzellen liegen. Am äufseren Rande sind sie papillös, am inneren, gegen die Blüten gerichteten, wo im Gewebe auch hier wieder je eine grofse Schleimzelle liegt (×, Fig. 3 u. 4), finden sich Haaranlagen, die später auswachsen und die Fruchtstandspindel behaart erscheinen lassen (Fig. 6, *t*). Diese Haare (Fig. 6 b) sind ganz denen ähnlich, die ich beim Pfeffer beschrieben habe (Taf. 25, Fig. 5). Es sind mehrzellige Reihenhaare. Die Schleimzellen (×) der Tragblätter wölben sich, wenn die Blüte aus der Tragblatthülle herausschlüpft, stark gegen die Blüte vor (Fig. 4) und man erhält fast den Eindruck, als ob dieselben die Blüte gewissermafsen herauspressen.

Die Spindel des reifen Fruchtstandes, die sich bisweilen in der Droge, besonders in schlechter Ware, manchmal sogar ziemlich reichlich findet, ist ziemlich dick (3 mm). Um die Centralhöhe liegt ein Kranz grofser Gefäfsbündel (*gfb,* Fig. 6) und um diese ein zweiter Kranz kleiner. Dieselben führen meist Spiralgefäfse neben Netzleistengefäfsen und sind umschlossen von einem dicken Belege von derben Bastfasern (Fig. 6 c). In der vorwiegend von den Tragblattresten gebildeten Randschicht finden sich zahlreiche, mehr oder weniger

isolierte, sclerotisierte Parenchymzellen neben sehr wenigen Ölzellen, so dafs man die Spindel als wertlos betrachten kann und ihre Beseitigung aus der Droge verlangen mufs.

Der reife Fruchtstand ist in Fig. 1 dargestellt. Die Früchte erscheinen bei ihm gestielt. Wie oben ausgeführt, ist der Stiel aber nur die stielartig verlängerte Fruchtbasis.

Die Früchte werden vor erlangter Reife gesammelt. Sie sind kugelig und messen 4—6 mm im Durchmesser. Die stielartige Fruchtbasis ist bis 10 mm (meist ca. 5—7 mm) lang und ziemlich dünn (×, Fig. 7). An der Spitze der Frucht findet man die Reste der Narben. Die Oberfläche ist grobnetzrunzelig (Fig. 1). Die Fruchtschale ist ca. 0,5 mm dick und leicht zerbrechlich. Sie ist es, die in erster Linie die wirksamen Bestandteile enthält. Denn der Same ist in der Droge oftmals ganz geschrumpft. Nur selten erfüllt er die Fruchthöhle nahezu ganz. Er ist nur an der Basis mit der Fruchtwand fest verwachsen (Unterschied vom Pfeffer). Doch scheint die Samenschale oder wenigstens der äufsere Teil derselben oftmals an der inneren Fruchtwand fest hängen zu bleiben, so dafs also in diesem Falle nur der innere Teil der Samenschale und der Samenkern sich von der Fruchtwand ablöst.

Die Entwickelung der Fruchtschale ist folgende. Im jugendlichen Zustande besteht dieselbe ausschliefslich aus dünnwandigem Parenchym. Erst verhältnismäfsig spät beginnt sie sich zu differenzieren. Im halbreifen Zustande ist durch Sclerose einer Anzahl von subepidermalen Parenchymzellen unter der Epidermis eine lockere Schicht von Sclereïden entstanden (Fig. 8, 2). Das durch lebhafte Teilung des Parenchyms des Mesocarps ca. 20—25 schichtig gewordene Fruchtwandparenchym (Fig. 8, 3) führt reichlich Ölzellen (*oez*, Fig. 8). Dann folgt eine Zone obliterierten Gewebes (Fig. 8, 4), in welchem die Gefäfsbündel der Fruchtschale verlaufen. Dann kommen noch eine bis zwei Reihen dünnwandiges Parenchym (Fig. 8, 5) und dann eine Reihe radialgestreckter grofser Parenchymzellen (Fig. 8, 6), und zu innerst liegt eine Reihe sehr schmaler Zellen (Fig. 8, 7), die innere Epidermis der Fruchtwand. Die weitere Entwickelung der Fruchtschale setzt namentlich in der Schicht 6 ein, die vollständig sclerotisiert.

Die Wand der reifen oder nahezu reifen Frucht, wie sie in der Droge vorliegt, hat folgenden Bau. Zu äufserst liegt die Epidermis (*Ep*, Fig. 10 u. 12 und Fig. 9, 1), deren Aufsenwände stark verdickt sind. Die Zellen sind, von der Fläche betrachtet, polyedrisch (Fig. 13, 1) und führen oft kleine, wohl ausgebildete Kristalle, bisweilen in grofser Zahl, neben braunen Chromatophoren. An der Spitze der Frucht, dort wo man die Narben zu suchen hat (*Na*, Fig. 12), ist die Epidermis papillös. Nun folgt die äufsere Sclereïdenschicht (Fig. 9, 2 u. 10, *scl*). Die Sclereïden dieser Schicht bilden, wie der Flächenschnitt (Fig. 13, 2) zeigt, keine zusammenhängende Lage, sondern liegen isoliert oder sind zu weniggliedrigen Gruppen vereinigt. Die Sclereïden sind kurz und verhältnismäfsig klein. Das nun folgende dünnwandige Parenchym (Fig. 9 u. 13, 3) führt reichlich Ölzellen (*oez*, Fig. 9 u. 13) mit verkorkter Wand, die Cubebinkristalle und Öltropfen enthalten. Es bildet die Hauptmasse der Fruchtschale. Nur gegen die Spitze der Frucht tritt diese Schicht zurück und macht einem von Sclereïdennestern reichlich durchsetzten Gewebe Platz (Fig. 12). Dann folgt eine schmale Zone obliterierten Parenchyms (Fig. 9, 4). In dieser streichen die Gefäfsbündel (*gfb*, Fig. 9). Dieselben bestehen vornehmlich aus einigen wenigen Spiralgefäfsen (*gf*, Fig. 13) und werden bisweilen von einigen sclerotischen Fasern begleitet (Fig. 13, ×). Dann folgt eine schmale Parenchymschicht (Fig. 9 u. 13, 5), deren Zellen verholzt sind und meist auch keine Stärke enthalten, und darauf die innere Sclereïdenschicht (Fig. 9 u. 12, 6), der innen die äufserst zarte innere Fruchtwandepidermis aufliegt, die oftmals bis zur Unkenntlichkeit obliteriert ist (Fig. 9 u. 12, 7). Die innere Sclereïdenschicht besteht aus relativ grofsen radial gestreckten und meist auch radial oder schief-radial gestellten Sclereïden, die meist in einfacher, bisweilen aber auch in doppelter Schicht liegen. So wenigstens an dem Umfange, an den Seiten der Fruchtschale. Oben an der Spitze, dort wo der Narbenkanal liegt, lockert sich die Schicht und die Sclereïden strecken sich stabförmig. An der Basis der Frucht, dort wo der Same mit der Fruchtschale verwachsen ist, verliert die Sclereïdenschicht ihren typischen Bau (bei *z*, Fig. 7) und hier an der Fruchtbasis liegen Sclereïdeninseln (*y*, Fig. 7 und *scl*, Fig. 11) von ziemlich beträchtlicher Ausdehnung, deren Elemente wenig oder gar nicht gestreckt und erheblich schwächer verdickt sind als die Palissadensclereïden des Umfanges (Fig. 13, 6), aber auch deutliche Schichtung und reichliche Tüpfelung zeigen (Fig. 11, *scl*). In der stielartigen Fortsetzung der Fruchtbasis (×, Fig. 7) fehlt diese Schicht ganz. Hier liegt unter der Epidermis die äufsere Sclereïdenschicht, dann folgt ein schmaler Parenchymstreifen mit einigen wenigen eingestreuten Ölzellen und einigen versprengten Sclereïden, und zu innerst liegt innerhalb eines festen Bastzellpanzers, dessen Zellen denen der Spindel (Fig. 6c) gleichen, ein Bündel zarter Gefäfsbündel. Diese gabeln sich an der Fruchtbasis und entsenden Zweige bis gegen die Narbe hin (*gfb*, Fig. 7). Diese sind es, die als Fruchtwandbündel schon oben erwähnt wurden (*gfb*, Fig. 9), und die die Fruchtwand der Länge nach durchziehen (Fig. 7). An der Fruchtspitze wird dagegen die innerhalb der Gefäfsbündel liegende Fruchtwandpartie ziemlich breit (Fig. 12, 4—5) und zahlreiche Sclereïden und Sclereïdeninseln durchsetzen hier das Gewebe.

Das gesamte Fruchtwandparenchym, oder doch wenigstens die Schicht 3 (Fig. 9), enthält der Regel nach kleine Stärkekörnchen (*stä*, Fig. 9) von meist 2—4 mik Durchmesser, bisweilen auch, wenn die Früchte mit heissem Wasser gebrüht oder am Feuer getrocknet waren, Kleisterballen. Selten fehlt die Stärke ganz.

Die innere Fruchtwandepidermis (Fig. 9, 7) zeigt von der Fläche betrachtet (Fig. 13, 7) ein eigenartiges Aussehn. Die Zellwände zeigen nämlich merkwürdige Verdickungsleisten.

Das Cubebin hat seinen Sitz vornehmlich in der Fruchtwand. Es wird in den Sekretzellen gebildet, gelangt aber

durch Infiltration auch in das übrige Gewebe der Fruchtschale. Läfst man daher zu einem Schnitte konc. Schwefelsäure zufliefsen, so färbt sich derselbe bald intensiv kirschrot und kirschrote Streifen fliefsen von dem Gewebe ab. Durchtränkt man den Schnitt zuvor mit einer Ammonmolybdatlösung, saugt ab und läfst dann konc. Schwefelsäure zufliefsen, so erscheint die Färbung tiefblau. Diese Cubebinreaktion habe ich bei weitaus der überwiegenden Zahl der Cubebenfruchtschalen erhalten. Nur in verschwindend wenigen Fällen blieb sie aus. Bisweilen findet man übrigens in den Sekretzellen neben den Öltropfen kleine Kriställchen, die wohl nichts anderes als Cubebin sind (*cub*, Fig. 11).

In den meisten Früchten ist der Same stark geschrumpft. Dies wird um so mehr der Fall sein, je unentwickelter die Frucht war, als sie von der Pflanze losgelöst wurde. Derartige unentwickelte Früchte verraten sich schon durch ihre geringe Gröfse und die derben Runzeln auf der Oberfläche. Dieselben zerbrechen schon bei gelindem Drucke leicht und lassen dann die Samenanlage als ein dunkles, geschrumpftes Läppchen an der Basis der Frucht und mit dieser verwachsen erkennen. Sucht man jedoch die gröfseren und prallen Früchte heraus, so läfst sich leicht feststellen, dafs diese fast alle einen gut entwickelten Samen enthalten (Fig. 7), der an der Basis der Frucht mit breiter runder Scheibe befestigt ist, sonst aber locker in der Fruchthöhle liegt. Löst man ihn heraus, so findet man, dafs derselbe kugelrund ist und einen Durchmesser von ca. 5 mm besitzt. Er ist rotbraun von Farbe, besitzt an der Basis eine breite, runde, fast schwarze scheibenförmige Anheftungsstelle und eine vertiefte Spitze, in der ein kleines dunkles Spitzchen liegt (Fig. 7). Die Hauptmasse desselben besteht aus Perisperm (*Psp*, Fig. 7), das kleine Endosperm ist geschrumpft (*End*, Fig. 7), ebenso für gewöhnlich der kleine, wenig differenzierte, gerade unter dem Spitzchen liegende Embryo (*Em*, Fig. 7).

Die Samenschale ist schmal und an den verschiedenen Stellen von verschiedenem Bau. Manchmal besteht dieselbe nur aus zwei Schichten (Fig. 9), an der Spitze des Samens aber aus vier bis fünf Zelllagen (Fig. 12). Zu äufserst findet sich, der inneren Fruchtwand eng anliegend, für gewöhnlich eine Reihe derbwandiger brauner Zellen (Fig. 12, 8), die aber bisweilen obliteriert sind (Fig. 9). Von der Fläche betrachtet erscheinen sie derbwandig, gestreckt, oft verbogen (Fig. 13a, 8). Dann folgt eine ein- oder mehrreihige, bisweilen übrigens ganz fehlende (Fig. 9) Schicht dünner parenchymatischer Zellen, die, von der Fläche betrachtet, entweder rundlich oder gestreckt (Fig. 13a, 9) erscheinen. Die innere Epidermis der Samenschale besteht aus kurzen parenchymatischen Zellen (Fig. 9 u. 13a, 10). Dieselben nehmen gegen die Spitze des Samens hin (Fig. 12) sehr eigentümliche Formen an und werden unter der Narbe sogar mehrschichtig. Meist ist die ganze Samenschale zu einer braunen, dem Samen eng aufliegenden Haut zusammengeschrumpft. An der Basis des Samens, dort wo der Same mit der Fruchtschale verschmilzt, ist das Perisperm mit der Samenschale und diese mit der Fruchtschale so eng verwachsen, dafs eine Grenze dieser drei Gewebe nicht zu sehen ist. Sie gehen hier ganz allmählich in einander über (Fig. 11). Innerhalb der hier liegenden Sclereïdennester der Fruchtschale (*scl*, Fig. 11) folgt ein zartes Parenchym und dann eine obliterierte Parenchymschicht (*obl*, Fig. 11). Dann kommt eine Schicht dünnwandiger Zellen, die dicht mit einer braunen Masse erfüllt sind (×, Fig. 11). Diese Partie ist, in ihrem äufseren Teile wenigstens, als zur Samenschale gehörig anzusprechen, denn sie läuft an den Seiten (Fig. 11, oben) in das Samenschalgewebe aus, das hier meist stark obliteriert ist (*Ss*, Fig. 11); in ihrem inneren Teile ($\times_1$, Fig. 11) gehört die Partie aber bereits zum Perisperm, denn das Gewebe geht hier ganz allmählich in das Stärkeperisperm über.

Die Perispermzellen zeigen radiale Streckung gegen einen Centralspalt hin, der in der Mitte des Samens liegt.

Die äufserste Zellreihe des Perisperms (Fig. 9, 11 u. Fig. 13b) ist kleinzellig. Die gegen die Samenschale gerichtete Wand der Randzellen ist stark verdickt (*y*, Fig. 11 u. 9) und hell. Sie hebt sich als „helle Haut“ gegen die „braune Haut“, die Samenschale, scharf ab. Diese Zellreihe und auch noch die nächstfolgenden weichen, was den Inhalt betrifft, von den übrigen Perispermzellen etwas ab. Sie enthalten nur wenige und meist ziemlich grofse Stärkekörner, die eingebettet sind in eine Eiweifsmasse, die aus zahlreichen einzelnen, aber mit einander verklebten, sehr resistenten, z. B. in Kalilauge nur quellenden, darin ebensowenig wie in Natriumphosphatlösung löslichen Aleuronkörnern besteht (Fig. 11e; Fig. 9, 11). Die Stärke (*stä*, Fig. 9) hebt sich bei Jodzutritt scharf gegen die sich gelbfärbenden Aleuronkörner (*al*, Fig. 9) ab. Das innere Perispermgewebe führt zahlreiche Ölzellen (*oez*, Fig. 11) mit verkorkter Membran. Dieselben enthalten Öltropfen und bisweilen auch Kriställchen, die wohl auch hier nichts anderes als Cubebin sind. Allerdings geben Schnitte durch das Perisperm keineswegs regelmäfsig die oben beschriebene Cubebinreaktion mit konc. $H_2 SO_4$ oder mit Ammonmolybdat und Schwefelsäure. Oftmals bleibt dieselbe ganz aus oder tritt nur schwach ein, oder macht einer Gelbbraunfärbung (Pseudocubebinreaktion?) Platz. Wir sind daher, ganz abgesehen davon, dafs ja ein wohl ausgebildeter Same den meisten Früchten der Droge fehlt, berechtigt, in erster Linie die Fruchtschale als Sitz des Cubebins zu betrachten.

Die übrigen Zellen des Perisperms sind mit Stärke vollgepfropft. Diese Stärke nimmt vier verschiedene Formen an. Entweder sind die Zellen so dicht mit Stärkekörnern erfüllt, dafs sich die Körner gegenseitig abplatten (Fig. 11*a*). — In diesen Partien zeigt das Perisperm hornartig-derbe Beschaffenheit („Hornperisperm“) — oder die Körner sind rundlich und liegen locker gehäuft in den Zellen (Fig. 11*b*) — in diesen Partien ist das Perisperm mehlig („Mehlperisperm“), oder es liegen in „Füllstärke“ eingebettet rundliche zusammengesetzte Stärkekörner (Fig. 11*c*) oder endlich es finden sich grofse, unregelmäfsig zusammengesetzte Stärkekörner, eingebettet in kleinkörnige Füllstärke (Fig. 11*d*).

Die Stärkekörner besitzen meist einen Durchmesser von 3,5—8 mik (Maximum 11,5 mik).

Da die Cubeben oft fehlschlagen — als ich in Java war, war gerade eine vollständige Mifsernte zu verzeichnen — so sind Verfälschungen und Substitutionen häufig. In erster Linie steht hier die Fruchtstandspindel (siehe oben), dann folgende äufserlich ähnliche Früchte:

Piper ribesioides Wallich. Die Früchte sind ein wenig gröfser als die der echten Cubeben, übrigens ähnlich gebaut, aber es finden sich hier auch in der äufseren Parenchymschicht (3) Sclereïdennester und die innere Sclereïdenschicht (6) besteht in der Regel aus mehreren Reihen kurzer, nicht radial gestreckter Sclereïden. Die Schicht 4 ist oft lückig zerrissen.

Piper mollissimum Blume (Kebu-Cubeben). Die Früchte sind erheblich gröfser als die der echten Cubebe und mit langem basalem Stielfortsatz versehen. Die äufsere Sclereïdenschicht (2) besteht aus stark zerstreuten kleinen Sclereïden, die innere (6) fehlt ganz.

Piper Clusii DC. Die Früchte besitzen weder eine äufsere noch eine innere Sclereïdenschicht.

Piper guineense Schum. Gleicht im Bau dem Vorhergehenden, giebt aber mit konc. $H_2 SO_4$ die Piperinreaktion nicht.

Piper borbonense DC. hat aufserordentlich kleine Früchte, Sclereïden fehlen in der Fruchtschale.

Piper Lowong Bl. Die Früchte geben die Piperin-Cubebinreaktion nicht, obwohl sie etwas Piperin neben viel Pseudocubebin enthalten.

Ferner kommen als Verwechslungen in Betracht: die Früchte von Piper nigrum L., Daphnidium Cubeba Lour., Rhamnus cathartica und Myrtus Pimenta Lindl. Dieselben sind jedoch sowohl morphologisch als anatomisch von der Cubebe gut zu unterscheiden.

Das Pulver.

Im Pulver prävalieren, wenn dasselbe in Chloral betrachtet wird, neben Parenchym und zahlreichen Öltröpfchen die grofsen Sclereïden der inneren Sclereïdenschicht der Fruchtschale, die als das charakteristische Element der Cubebe betrachtet werden müssen. Die äufsere Sclereïdenschicht tritt zurück, ebenso wie die Elemente des Gefäfsbündels. Dagegen sieht man oft Fragmente der Samenschale, die durch ihre kastanienbraune Farbe auffallen. In relativ geringer Zahl sind die gestreckten mechanischen Elemente der stielartigen Fruchtbasis vorhanden. Überall dort wo derartige gestreckte Fasern in grofser Menge vorhanden sind, kann man auf eine unzulässige Beimischung der Spindel schliefsen. Im Wasserpräparat findet man alsdann auch reichlich Stärkekörner, sowohl einzelne wie die Inhalte ganzer Perispermzellen oder deren Fragmente.

Das Pulver giebt die Cubebinreaktionen mit konc. $H_2 SO_4$ und Ammonmolybdat und Schwefelsäure.

Tafel 77.

Erklärung der Abbildungen.

(Cubeba officinalis Miq.)

Fig. 1. Ganzer Fruchtstand mit unreifen Früchten.
„ 2. Medianer Längsschnitt durch einen weiblichen Blütenstand, jüngstes Entwickelungsstadium der Blüten.
„ 3. Querschnitt durch einen weiblichen Blütenstand, älteres Entwickelungsstadium, Blüten befruchtungsreif.
„ 4. Dasselbe, späteres Stadium. Die unreifen Früchte sind bereits aus den Deckblättern hervorgetreten.
„ 5. Querschnitt durch einen männlichen Blütenstand, die Antheren verstäubungsreif, mit Pollenkörnern erfüllt.
„ 6. Querschnitt durch die Spindel eines Fruchtstandes, die Früchte abgelöst.
„ 6a. Sclereïden aus der stielartigen Fruchtbasis isoliert.
„ 6b. Haare der Spindel des Fruchtstandes.
„ 6c. Bastfasern aus der Spindel des Fruchtstandes (Belege der Gefäfsbündel).
Fig. 7. Medianer Längsschnitt durch eine unreife Frucht mit ausgebildetem Samen.
„ 8. Querschnitt durch die Fruchtschale einer ganz jungen Frucht.
„ 9. Querschnitt durch die Fruchtschale einer nahezu reifen Frucht, wie sie in der Droge prävalieren.
„ 10. Querschnitt durch die Randschicht von Fig. 9, stärker vergröfsert.
„ 11. Längsschnitt durch die Basis des kugeligen Teiles der Frucht dort wo der Same mit der Fruchtschale verwachsen ist.
„ 12. Medianer Längsschnitt durch die Spitze der Frucht an den Narben.
„ 13. Succedane Flächenschnitte durch die einzelnen Schichten der Fruchtschale.
„ 13a. Succedane Flächenschnitte durch die einzelnen Schichten der Samenschale.
„ 13b. Flächenansicht der Randschicht der Perisperms.

Die Zahlen 1—11 bezeichnen in den Figuren 8, 9, 12, 13, 13a und 13b die korrespondierenden Gewebe.



Lith. Anst. v. C. Kirst, Leipzig

Sem. Strophanthi.

Graines de Strophanthus, seed of Strophanthus.

Die offizinellen Strophanthussamen stammen von Strophanthus hispidus P. DC. und Str. Kombé Oliver, zwei afrikanischen Schlingsträuchern, die sich wesentlich dadurch unterscheiden, dafs Str. hispidus reichblütige, endständige, Str. Kombé armblütige, an kurzen, wenig beblätterten Seitenästen endständige Blütenstände besitzt. Die Kombésamen sind grünlich-grau und dicht behaart, die Hispidussamen mehr bräunlich und weniger dicht behaart. Der Bau der Blüten und die Entwickelungsgeschichte der Samen ist bei beiden dieselbe.

Die Blüten zeigen bei der Gattung Strophanthus im Knospenzustande die charaketristische Eigentümlichkeit, dafs ihre Corolle tauartig gedreht ist (Fig. 1, *Pe*). Davon hat ja auch die Gattung ihren Namen (στρόφος = gedrehtes Seil, ἄνθος = Blume). Der fünfteilige Kelch ist bald relativ ansehnlich, bald mäfsig grofs und derb (*Se*, Fig. 1) und bleibt auch späterhin erhalten (Fig. 4, *Se*), die Corolle, unten röhrig, erweitert sich oben glockenförmig. Ihre Zipfel laufen meist in lange, peitschenartige Enden aus. An dem oberen Rande der Corollenröhre, dort, wo sie sich zu erweitern beginnt, sind die fünf Stamina inseriert, (*anth*, Fig. 2), deren Antheren über dem Narbenkopfe dachartig zusammenneigen. Der mehr oder weniger halb unterständige Fruchtknoten (*fk*, Fig. 2) trägt einen geraden Griffel (*Grf*, Fig. 2) mit sehr kurzem zweilappigem Narbenkopf. Der Fruchtknoten zeigt schon frühzeitig (Fig. 3) einen gespaltenen Gipfel. Späterhin wird er, wenn er sich zur Frucht, die eine Kapsel ist, entwickelt, zweigabelig (Fig. 4) und seine beiden Hälften spreitzen auseinander. Auf diese Weise kommt schliefslich jene eigentümliche Frucht (Fig. 5) zu stande, die an einem derben Stiel zwei nahezu in eine Ebene gestellte lange, fingerartige Teile besitzt, die an der Anheftungsstelle sich leicht ablösen. So kommt es, dafs im Handel fast niemals die ganze Frucht angetroffen wird, sondern immer nur diese gestreckten Hälften (Teilfrüchte), die eine Länge von 25—30 cm zu besitzen pflegen, bei Str. hispidus schlank und nach beiden Enden, besonders gegen die Spitze verschmälert, bei Str. Kombé nur gegen die Spitze verschmälert sind. Die Hispiduskapseln sind manchmal gebogen. Die Teilfrüchte springen mit einem Längsrifs an der Bauchseite auf und entlassen hier die Samen.

Die einzelnen Arten der Gattung Strophanthus unterscheiden sich übrigens hauptsächlich durch die Blätter, sowie durch die relativen Gröfsenverhältnisse der Blütenteile. Die beiden offizinellen Strophanthusarten gehören zur Sectio Eustrophanthus, Subsectio Hispidi, zu der auch noch Str. Emini Asch. zu rechnen ist, dessen Samen aber, wie es scheint, kein Strophanthin enthalten.

Die Figuren 1—6 und 9—13 beziehen sich auf die asiatische Art Strophantus dichotomus A. DC. (Str. caudatus [Burm.] Kurz), die zu der Sectio Strophanthellus, Subsectio Dichotomi, gehört, welche sich besonders durch den derben Kelch und die Begrannung der Antheren von der ersten Section unterscheidet. Mir stand kein Alkoholmaterial von Str. hispidus oder Kombé zur Verfügung. Da aber die Entwickelungsgeschichte von Frucht und Samen bei der Gattung Strophanthus viel Übereinstimmendes zeigt, so habe ich kein Bedenken getragen, die Blütenteile von Str. dichotomus hierfür heranzuziehen.

Die Fruchtwand der reifen Frucht von Strophanthus hispidus P. DC. ist sehr hart und läfst sich leicht in zwei Teile spalten, einen inneren pergamentartigen und einen äufseren derb faserigen. Diese Spaltung erfolgt auch schon am Orte des Einsammelns und so kommt es denn, dafs vielfach Früchte resp. (vergl. oben) Fruchthälften (Teilfrüchte) im Handel sind, denen die äufsere derbe, aufsen graubraune Schicht ganz fehlt und die nur von der gelblichen inneren Pergamenthaut bedeckt sind. Übrigens scheint es, dafs man da und dort die äufsere Schicht auch künstlich entfernt, also die Früchte „schält“.

Die äufsere Schicht der Fruchtwand erscheint oft verwittert (Fig. 7, 1) und löst sich borkeartig in Schuppen ab. Dann folgt ein braunes Parenchym (Fig. 7, 2), in dem weder Bündel noch Bastfasern streichen. Die Hauptmasse der

Fruchtwand aber besteht aus einem von zahlreichen Bastfaserbündeln (*B*, Fig. 7) und Gefäfsbündeln (*Gfb*, Fig. 7), sowie von sehr vereinzelten Milchröhren durchzogenen Parenchym. Da und dort sieht man in demselben auch gekrümmte Streifen obliterierten Gewebes (*obl*, Fig. 7). Nach innen zu ist ein breiter Streifen des Fruchtwandparenchyms überhaupt obliteriert (Fig. 8a, 4). Der Gefäfsteil der Bündel ist oft fächerartig angeordnet. Die Gefäfse sind meist Spiralgefäfse. Der Siebteil ist oft obliteriert. Die Bastfasern sind meist sehr stark verdickt und verlaufen ohne Anastomosen geradlinig vertikal. Im innersten Teile der Fruchtwand liegt wieder ein braunes Parenchym (Fig. 8a, 5) und dann folgt die „Pergamenthaut“ (*Pgh*, Fig. 8a), die sich an der Grenze von 5 und 6 leicht ablöst (s. oben). Sie besteht aus zwei Schichten. Die äufsere wird von mehreren (etwa fünf) Reihen kurzer, gerader Sclereiden gebildet (Fig. 8a, 6), die innere, die zugleich die Fruchtwand nach innen zu begrenzt, besteht aus wenigen Reihen in verschiedener Richtung gestreckter, eng mit einander verzahnter Sclereiden, deren gegenseitige Anordnung besonders auf dem Tangentialschnitte deutlich zu Tage tritt (Fig. 8b). Hier sieht man auch, dafs nicht nur die einzelnen Schichten in verschiedener Richtung streichen, sondern auch die Elemente einer und derselben Schicht nach den verschiedensten Richtungen orientiert sind. Viele Zellen enthalten schön ausgebildete Kristalle (*kr.* Fig. 8b), was besonders deutlich auf dem radialen Längsschnitte hervortritt.

Die Ovula sitzen bei der Gattung Strophanthus in den zwei Fruchtfächern an der zweilappigen Placenta in grofser Zahl dicht bei einander (Fig. 6). Die Ovula sind hemianatrop (Fig. 9) und besitzen nur ein Integument (*i*, Fig. 9), welches aus 5—10 Zellreihen besteht. Der Funiculus ist zunächst ganz kurz, streckt sich aber bei weiterer Entwickelung stark (*Fun*, Fig. 11 u. 12) und zeigt schliefslich eine recht beträchtliche Länge. Er ist alsdann von einem zarten Funicularbündel durchzogen. Sehr frühzeitig entsteht an dem der Mikropyle entgegengesetzten Ende des Ovulums ein Haarschopf (*co*, Fig. 11 u. 12), dessen einzelne Haare aus den Epidermiszellen hervorgehen und dicht bei einander liegen (*t*, Fig. 10). Sie strecken sich rasch sehr beträchtlich, bleiben aber einzellig. Dann beginnt sich der Mikropylarteil des Ovulums zu strecken und verwandelt sich ziemlich rasch in eine lange Granne (*ge*, Fig. 12), deren gegen die Grannenspitze gelegene Epidermalzellen sich zum Teil in lange einzellige Haare ausstülpen. Nunmehr tritt auch in dem Integumente eine weitere Veränderung ein. Das Gewebe des Integumentes wächst nämlich durch lebhafte Teilung sehr stark heran, erreicht eine Dicke von vielen Zellreihen und erfüllt sich mit kleinen Körnern transitorischer Stärke. Es wird zur „Nährschicht“. Die Epidermiszellen vergröfsern sich beträchtlich, bilden einen charakteristischen Verdickungsring (× Fig. 25) und stülpen sich in Haare aus (*t*, Fig. 25). Gleichzeitig fällt das subepidermale Gewebe, nachdem es seine Stärke abgegeben hat, zusammen, es obliteriert.

Die reifen Samen (Fig. 14a u. 14b), die zu 100—200 dicht aneinander gedrückt und der Länge nach nebeneinander liegend die Frucht erfüllen, sind, von der Fläche gesehen, breit-lanzettlich, von der Seite betrachtet, fast lineal, also flach gedrückt, im Querschnitt oben rhombisch (Fig. 15), in der Mitte gestreckt oblong (Fig. 16). Die Farbe ist bei Kombé infolge bisweilen ganz aufserordentlich dichter Behaarung grau oder grau-grünlich, bei Hispidus braun oder bräunlich. Doch kommen in der Hispidusdroge auch hellgelbe Samen vor. Die Hispidussamen auch durch geringere Behaarung von der Kombésorte unterschieden, sind auch meist schlanker und schmäler, etwa 11—15 mm lang und 3—3,5 mm breit. Die Kombésamen sind etwa 9—15, selten 20 mm und mehr lang und 3—5 mm breit, also gedrungener als Hispidus. Übrigens wechselt die Gröfse etwas, selbst bei Samen derselben Kapsel (die Samen aus dem Kapselgrunde sind meist kürzer und breiter). An der einen flachen Seite läuft fast von der Spitze (*Hi*, Fig. 14a u. 14b) bis über die Mitte, ja bis fast zum Grunde des Samens, die besonders bei Hispidus deutlich als zarte Leiste hervortretende Raphe (*Ra*, Fig. 14a u. 14b), ein zartes Gefäfsbündel, das sich am Chalazalende pinselförmig verbreitert und in einige Äste gabelt. An dem Chalazalende, also am Grunde sind die Samen der Droge kahl (vergl. weiter unten).

Legt man einen Samen einige Zeit in Wasser, so läfst sich die Samenschale samt dem daranhängenden Endosperm leicht abziehen und der Keimling (Fig. 18) schlüpft heraus. Das Endosperm kann dann mit der Nadel als zarte helle Haut ebenfalls leicht von der Samenschale abgelöst werden.

Nach oben hin läuft der Same in eine lange, äufserst brüchige und sich sehr leicht vom Samen ablösende Granne aus, die, wie oben geschildert, aus dem Mikropylarteile des Ovulums hervorgeht. Sie fehlt der Droge des Handels. Unmittelbar unterhalb der Stelle, wo sich der Same zur Granne verjüngt, liegt das Hilum (*Hi*, Fig. 14a u. 14b). Die Granne ist bei Hispidus ca. 4—5 cm, bei Kombé ca. 5—6,5 cm lang (wenigstens mein Material zeigte diesen Unterschied) und an der Basis rinnenförmig. Bisweilen scheint bei Kombé die Granne bis 10 cm lang zu werden. Die untere Hälfte ist unbehaart, die obere behaart. Die Haare werden ziemlich lang (bis 6 cm). Sie stehen, wenn der Same sich in trockener Luft befindet, spreuwedelartig horizontal ab oder sind gar nach unten zurückgekrümmt (Fig. 14a). Bringt man den Samen aber unter eine feuchte Glocke, so richten sie sich auf (Fig. 14b) und der Haarschopf, der nun wie ein Pinsel aussieht, liegt alsdann der Granne an.

Der reife Same zeigt folgenden Bau:

Zu äufserst liegt die Samenschale (*ss*, Fig. 25 u. 27). Dieselbe besteht aus zwei Teilen, der haartragenden Epidermis und dem mehr oder weniger obliterierten Nährgewebe (*N*, Fig. 25 u. 27.) Die Epidermis besteht aus relativ grofsen Zellen, die bis auf einen für die Gattung Strophanthus charakteristischen, an den Seitenwänden rings umlaufenden Ringwulst (× Fig. 25 u. 27) dünnwandig sind, die aber

wegen dieses Ringwulstes von der Fläche betrachtet (Fig. 28) derbwandig erscheinen. Sie sind in der Samenaxe etwas gestreckt. Die Dicke des Ringwulstes wechselt etwas. Bei Hispidus ist sie oft sehr beträchtlich. Er tritt am besten auf Querschnitten hervor. Bei Kombé läuft jede dieser Epidermiszellen etwa in ihrer Mitte (× Fig. 28) in ein langes Haar aus (Fig. 25 u. 28 *t*), wodurch der Same ein dicht filziges Aussehn erhält. Bei Hispidus, wo die Zellen auch auf dem radialen Längsschnitt eine stärkere Streckung zeigen erfolgt die Ausstülpung in das Haar mehr am oberen d. h. gegen die Samenspitze gerichteten Ende der Epidermiszellen. Bei Hispidus sind auch nicht immer alle Epidermiszellen zu Haaren ausgewachsen und die Haare sind weniger lang, auch regelmäfsig an der dem Samen zugekehrten Seite stärker verdickt, als an der anderen, was zwar auch bei Kombé vorkommt, aber dort seltener ist. Durch die eben erwähnte Anordnung der Haare erscheint der Same weniger behaart als bei Kombé. Die braune Farbe des Hispidussamen kommt dadurch zu stande, dafs sowohl in dem basalen brüchigen Teile der Epidermiszellen wie auch in dem Haarfortsatze braune Körnchen liegen (Fig. 26), die bei Kombé fehlen oder durch einige wenige helle oder grünliche Körner ersetzt sind (Fig. 25). Die Haare sind meist einzellig, selten durch 1—2 Querwände geteilt und in ihrem unteren Teile ziemlich dünnwandig, verdicken sich aber bei Kombé nach oben und zwar meist nur einseitig und unregelmäfsig (Fig. 25). Die Spitze ist kegelförmig. Immer biegen sie sich unmittelbar über der Basalpartie rechtwinklig nach oben um (Fig. 25) und legen sich mehr oder weniger dicht an den Samen an (Fig. 28), mit der Spitze gegen die Samenspitze gerichtet. Durchschneidet man daher einen Samen fein quer, so sieht man von den Haaren oft gar nichts (Fig. 27) oder findet doch nur aufserhalb der Epidermis einige Haarquerschnitte. Will man sie gut sehen, so mufs man radiale Längsschnitte machen (Fig. 25).

Unter der Epidermis folgt dann die Nährschicht (Fig. 25 u. 27 *N*). Dieselbe besteht aus zahlreichen Reihen mehr oder weniger obliterierter, zarter Parenchymzellen, von denen besonders die äufseren Reihen bisweilen wohlausgebildete Kristalle führen. Die Nährschicht ist bald ganz zusammengefallen und dann gebräunt, bald sind noch einige Zellschichten wohl erhalten. Es wechselt dies sehr. In der Nährschicht verläuft auch das vorwiegend aus zahlreichen Spiralgefäfsen bestehende Raphebündel (*Ra*, Fig. 15 u. 16), an der flachen Seite des Samens von der Spitze bis nahe zum Grunde.

Dann folgt das Endosperm (*End*, Fig. 15, 16, 25, 27). Dasselbe umgiebt den Keimling ringsum als helle Haut, die sich (vergl. oben) leicht ablösen läfst. Es besteht aus mehreren Reihen relativ dickwandiger Zellen und geht nach Innen in ein schmales, obliterirtes Quellgewebe (*Qu*, Fig. 27) über. Die Endospermzellen enthalten in Ölplasma (*op*. Fig. 27) gebettet, zahlreiche Aleuronkörner (*al*. Fig. 27) Dieselben sind hier etwas gröfser als in den Kotyledonen und der Radicula. Sie erreichen bisweilen eine Gröfse von 10 mik, die ganz kleinen fehlen oft ganz, die meisten messen 5—7 mik. Auch sind sie empfindlicher gegen Wasser als die Aleuronkörner in den Kotyledonen. Sie enthalten in einer Grundmasse mehr oder weniger zahlreiche kleine Globoide einzeln oder zu perlschnurartigen Reihen vereinigt (Fig. 31). Daneben finden sich, wenn auch nicht ganz regelmäfsig (bei Kombé z. B. häufiger als bei Hispidus), so doch sehr häufig kleine Stärkekörner (*st*, Fig. 27) vom Durchmesser 5—8 mik (bisweilen aber nur 3—4 mik) und bisweilen kleine nadelförmige Oxalatkristalle. Das Quellgewebe ist frei von Stärke und Aleuron.

Die beiden blattartigen Kotyledonen (*cot*, Fig. 18) sind im Querschnitt gestreckt oblong (Fig. 16, *cot*), meist mehr oder weniger gerade, bisweilen an den Enden umgebogen. Sie bestehen aus einem sehr zarten Parenchym, in welches in der Mittelebene eine Reihe von zarten Prokambiumsträngen eingebettet ist (*Proc*, Fig. 29). Besonders das der Mittelrippe entsprechende Prokambiumbündel tritt deutlich hervor. Sie werden begleitet von zarten Milchröhren (*Mi*, Fig. 29 u. 29a). Das subepidermale Gewebe zeigt an den Stellen, wo die Kotyledonen auf einander liegen, palissadenartige Streckung (*p*, Fig. 29). Das Gewebe der Kotyledonen enthält eingebettet in Ölplasma zahlreiche rundliche oder gestreckte Aleuronkörner sehr verschiedener Gröfse. Die Mehrzahl ist 3—7 mik grofs, doch giebt es auch kleinere. Sie enthalten nur Globoide (Fig. 31). In Wasser quellen sie rasch und die Grundsubstanz löst sich schliefslich. Kristalloide fehlen. Jede Zelle führt einen Zellkern.

Das Gewebe der Radicula, die als keulenförmiges Spitzchen (*Rad*, Fig. 18) an der Spitze des Samens, dort, wo die Granne ansitzt, liegt (*Rad*, Fig. 17), besteht aus einer Randschicht (Fig. 30,1), einem gelblichen Cylinder (Fig. 30,2), einem Prokambiumbündelringe (Fig. 30,3) und einem centralen Mark (Fig. 30,4). Das Gewebe ist erfüllt von ganz kleinen, meist rundlichen Aleuronkörnern, die oft nur 1—2 mik messen (*al*, Fig. 30).

Stärke fehlt in Kotyledonen und Radicula meistens, doch kommt sie in nicht ganz reifen Samen bisweilen auch hier vor. Sie ist stets sehr kleinkörnig. Läfst man zu einem nicht zu dickem Schnitte durch den trockenen Samen conc. Schwefelsäure zutreten, so färbt sich das ganze Endosperm sofort schön spangrün und um die Kotyledonen erscheint ein orangerot gefärbter Hof. Bald tritt die grüne Färbung auch in den Kotyledonen hervor, ist aber hier nicht so dauerhaft wie im Endosperm und auch nicht so intensiv. Sie macht hier bald einer violett-rötlichen Färbung Platz und besonders die Epidermen der Kotyledonen erscheinen vorübergehend violett gefärbt. Dann wird der ganze Schnitt, besonders die Prokambiumstränge kirschrot und schliefslich tief orangerot. Noch nach vielen Stunden ist oft das Kotyledonargewebe tiefblau und die ausgetretenen Öltropfen lebhaft kirschrot Diese höchst charakteristischen Reaktionen werden vorwiegend durch das Strophanthin bedingt. (Bei der Kirschrotfärbung ist wohl auch die Raspail'sche Zuckerreaktion be-

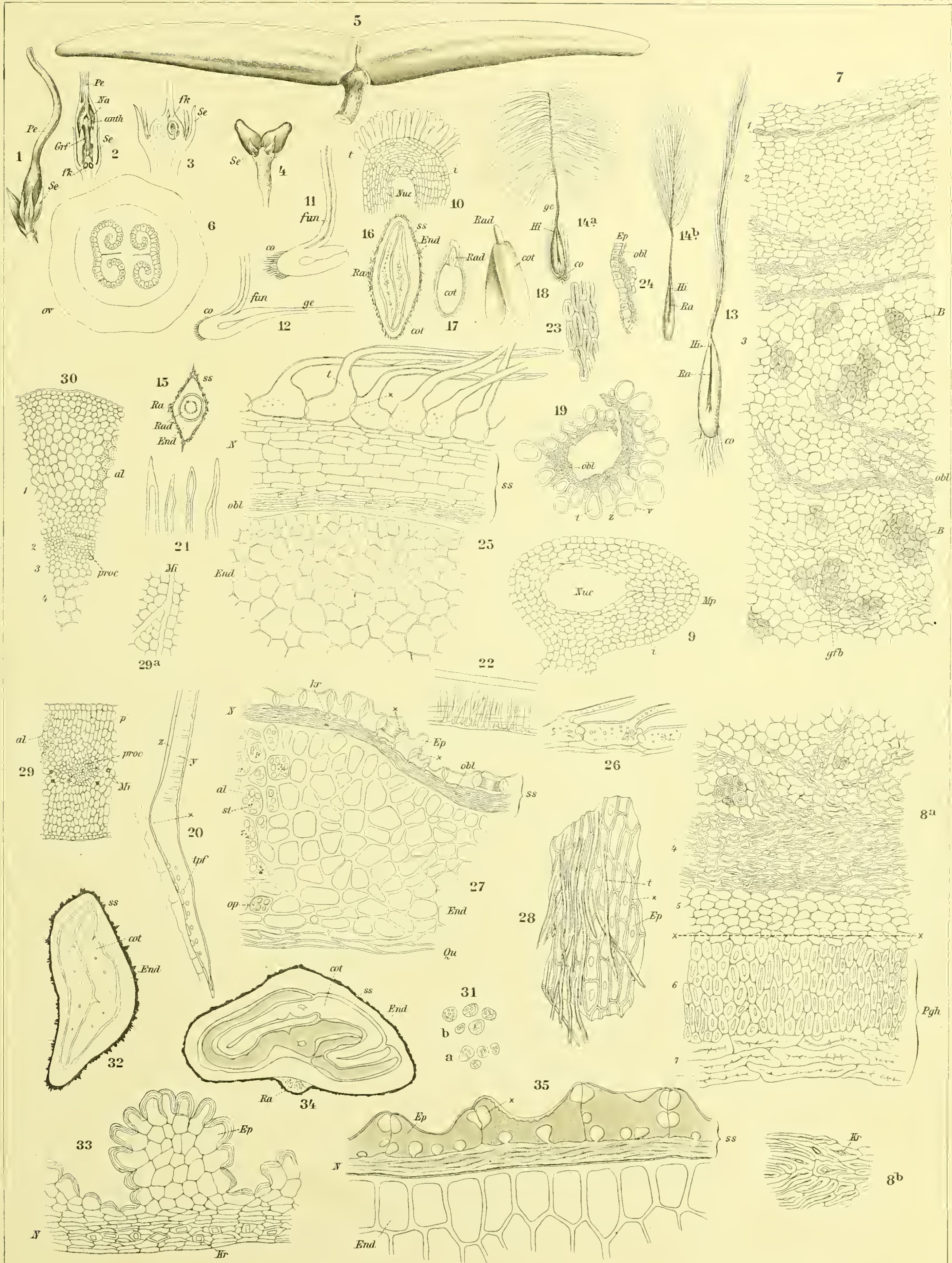
Tafel 78.

Erklärung der Abbildungen

(*Fig. 1—6, 9—13 Strophanthus dichotomus, 7—8b, 14a u. b, 19—24, 26 Str. hispidus, 15—18, 25, 27—31 Strophanthus Kombé, 32—33 Beaumontia grandiflora, 34—35 Kicksia africana.*)

Fig. 1. Blütenknospe mit den tauartig gedrehten Blumenblättern.
„ 2. Längsschnitt durch eine Blütenknospe.
„ 3. Längsschnitt durch die Basis einer befruchteten Blüte.
„ 4. Junge Frucht, die beiden Teilfrüchte spreitzen bereits.
„ 5. Reife Frucht.
„ 6. Querschnitt durch eine ganz junge Frucht, Lupenbild.
„ 7. Querschnitt durch die Wand einer reifen Frucht von Strophanthus hispidus. Äußere Partie.
„ 8a. Innere Partie derselben Fruchtwand *Pgh*, Pergamenthaut. Die Ablösung derselben erfolgt bei × — — — — — ×.
„ 8b. Tangentialschnitt durch die innerste Sclereidenpartie der Pergamenthaut (7 in Fig. 8a).
„ 9. Ovulum unbefruchtet, Längsschnitt.
„ 10. Coma am Chalazalteil des befruchteten Ovulums.
„ 11. Ovulum befruchtet, Funiculus gestreckt, Coma (*co*) entwickelt.
„ 12. Weiteres Entwickelungsstadium. Der Mikropylarteil streckt sich zur Granne (*ge*).
„ 13. Halbreifer Same. An der Granne sind die Haare gebildet, die Samenschale ist aber noch kahl. Raphe (*Ra*) deutlich. Bei *Hi* Ansatzstellung des Funiculus.
„ 14a. Reifer Same in trockener Luft: Haarschopf ausgebreitet. An der Basis die Coma (*co*). Letztere nur bei noch in der Frucht sitzenden Samen sichtbar.
„ 14b. Reifer Same in feuchter Luft: Haarschopf pinselförmig nach oben geschlagen. Coma fehlt (wie stets an der Droge).
„ 15. Querschnitt durch den oberen Teil des Samens; dort wo die Radicula sitzt. Lupenbild.

Fig. 16. Querschnitt durch den mittleren Teil des Samens. Lupenbild
„ 17. Längsschnitt durch den Samen parallel der flachen Seite.
„ 18. Herausgelöster Keimling.
„ 19. Querschnitt durch den oberen Teil der Granne; dort, wo die Haare ansitzen
„ 20. Basis eines Haares aus dem Haarschopfe der Granne.
„ 21. Spitzen der Grannenhaare.
„ 22. Skulptur der Wand eines Grannenhaares an der Krümmungsstelle.
„ 23. Sclereiden der unbehaarten Grannenpartie, Flächenansicht.
„ 24. Querschnitt durch die unbehaarte Grannenpartie.
„ 25. Radialer Längsschnitt durch Samenschale und Endosperm von Kombé.
„ 26. Radialer Längsschnitt durch die Samenschalepidermis von Hispidus.
„ 27. Querschnitt durch Samenschale und Endosperm von Kombé.
„ 28. Flächenansicht der Samenschalepidermis von Kombé.
„ 29. Querschnitt durch einen Kotyledon an der Mittelrippe.
„ 29a. Milchröhre aus dem Kotyledon. Längsansicht.
„ 30. Querschnitt durch die Radicula.
„ 31. Aleuronkörner aus Endosperm und Kotyledon, a in Öl, b in Wasser.
„ 32. Querschnitt durch einen Samen von Beaumontia grandiflora, Lupenbild.
„ 33. Querschnitt durch die Samenschale derselben Pflanze.
„ 34. Querschnitt durch einen Samen von Kicksia africana. Lupenbild.
„ 35. Querschnitt durch die Samenschale derselben Pflanze.



Rhiz. filicis.

Wurmfarnwurzel, Johanniswurzel, Racine de Fougère mâle, Male Fern Root.

Das Wurmfarnrhizom des Handels besteht entweder aus dem ganzen oder längsdurchschnittenen Rhizome von Aspidium filix mas Swartz (Polystichum filix Mas Roth), das ringsum von den angeschwollenen derben Wedelstielbasen bedeckt, aber von den Wurzeln befreit ist, oder aus den abgelösten Wedelstielbasen, oder dem herausgelösten Rhizomkern. Meist prävalieren jetzt die Wedelstielbasen in der Handelsware. Eine Schälung soll nicht vorgenommen werden.

Die Droge ist also ein Stengelorgan mit ansitzenden Blattorganen resp. deren Resten. Wir werden also an ihm die Gesetze der Blattstellung bethätigt finden. Die Achse der Keimpflanze zeigt die Blätter in $^1/_3$ Divergenz. Die hier noch einzähligen Blattspuren, d. h. die in die Achse eintretenden Blattbündel sind im jungen Rhizom sympodial zu einem in der Achse verlaufenden Strange vereinigt. Aber sehr bald (etwa unterhalb des sechsten Blattes) verdickt sich das Rhizom stark und die $^1/_3$-Stellung der Blätter geht in eine $^3/_8$-Stellung über. Hier bilden nun die Rhizombündel nicht mehr einen achsialen Strang, sondern ein netzförmiges Bündelrohr (Fig. 3 und 4). Jeder Blattwedel empfängt ein Bündel aus dem unteren Winkel der rhombischen Netzmasche (Fig. 3, 2 und 4 ×), der die Blattbasis aufsitzt. So ist die Sache im ersten Jahre. Im zweiten Jahre wird das Rhizom kräftiger, die Blattstellung geht in $^5/_{13}$ über, welche Divergenz auch bei der erwachsenen Pflanze erhalten bleibt oder in $^8/_{21}$ übergeht. Nunmehr erhält jedes Blatt nicht nur von der Basis der Netzmasche, sondern auch von den Seiten Bündel, und zwar 5—7. Die Zahl der das Bündelrohr bildenden Bündel beträgt im erwachsenen Rhizom bei $^5/_{13}$-Stellung 8 (Fig. 5), bei $^8/_{21}$-Stellung (Fig. 6) 10—12. Da die Bündel dieses Bündelrohres nicht genau vertikal verlaufen, sondern Netzmaschen bilden (Fig. 4), so trifft sie der mediane Längsschnitt durch das Rhizom (Fig. 1) nur immer an den Stellen, wo Blattwedel entspringen (×, Fig. 1). Und da zwar von der Maschenbasis und den Maschenseiten, nicht aber von der Maschenspitze Bündel in die Blattwedel eintreten, so bilden auf dem Querschnitte durch die Blattwedelbasis (Fig. 2 und 7) die Bündel einen nach oben hin offenen Halbkreis. Wie schon aus Obigem hervorgeht, wird die Zahl der Bündel, die in die Blattwedel eintreten, eine schwankende sein, selbst wenn wir nur die Basis ins Auge fassen (weiter oben vermindert sich die Zahl stets); denn wir werden im einfachsten Falle 5—7, im äufsersten Falle 8—10 finden. Eine genaue Zählung ergab bei 111 Blattstielbasen, dafs 22 % : 9, 30 % : 8 und 31 % : 7 Bündel zeigten, der Rest (17 %) zeigte 5—6 oder 10 Bündel. Die meisten besitzen also 7—9 Bündel. Ich führe dies deshalb an, weil man geglaubt hat, auf die Zahl der Bündel in den Blattstielbasen eine Unterscheidung der einzelnen Aspidiumrhizome, besonders der morphologisch und anatomisch nahe verwandten: filix mas, cristatum und spinulosum (die übrigen sind ja auch auf andere Weise zu unterscheiden) zu gründen. Dafs dies nicht möglich ist, geht aus folgender Übersicht hervor:

	Aspidium spinulosum (Fig. 12.)	Aspidium dilatatum
Untersucht:	197 Ex.	86 Ex.
	58 % hatten 7	34 % hatten 8
	31 % „ 6	58 % „ 7
	die übrigen 5 und 8.	die übrigen 6 und 9.

	Aspidium cristatum	Aspidium filix mas
Untersucht:	48 Ex.	111 Ex.
	48 % hatten 6	22 % hatten 9
	44 % „ 5	30 % „ 8
	die übrigen 7 und 8.	31 % „ 7
		die übrigen 5, 6 und 10.

Nur gegenüber Aspidium montanum Aschers. (Fig. 9) und Athyrium filix femina (Fig. 8) ist Zahl und Anordnung der Bündel in den Blattbasen diagnostisch brauchbar. Denn beide haben nur zwei grofse laterale, schräggestellte Bündel (Fig. 8 und 9). Auch Pteris aquilina kann durch sein bekanntlich sehr charakteristisch gebautes Bündelsystem leicht erkannt werden.

Das entwickelte Rhizom von Aspidium filix mas, das bisweilen eine Länge von 30 cm und mehr erreicht (kein europäischer Farn bildet ein gleich mächtiges Rhizom) liegt schräg, nicht horizontal im Boden (Fig. 1), wie man sich leicht auch noch an der Droge überzeugen kann, wenn man das ganze Rhizom der Länge nach halbiert. Nur der hinterste älteste Teil des Rhizoms ist bisweilen horizontal oder gar, in umgekehrter Richtung aufwärts gekrümmt. Die an der Oberseite des Rhizoms liegenden Blattstiele streben gerade aufwärts, die seitlichen biegen sich in seichtem Bogen nach oben, die unteren krümmen sich stark um das Rhizom herum. Aus ihrer negativ geotropischen Vertikalstellung ist die Richtung des Rhizoms im Boden auch bei der Droge noch zu erschliefsen. Alljährlich stirbt das Blatt und der obere Teil der Blattstiele ab und es bleiben nur die angeschwollenen Wedelstielbasen zurück. Dieselben folgen alsdann noch einige Jahre dem weiteren Wachstume des Rhizoms und sterben dann mit diesem ab. Sie sind stets wie echte Reservebehälter mit Reservestoffen (Stärke, Öl) erfüllt. Besonders an der morphologischen Unterseite des Rhizoms finden sich, zwischen den Wedelstielbasen hervortretend, zahlreiche schwarzbraune Wurzeln (Fig. 1). Besonders an der Spitze des Rhizoms, aber auch, wennschon in geringerer Menge, an den weiter zurückliegenden Teilen finden sich reichlich braune Paleae oder Spreuschuppen (*Pa*, Fig. 1), die die jüngsten meristematischen Teile vollständig umhüllen und an den Wedeln oft weite Strecken hinaufrücken. Von den älteren Teilen sind sie meist abgefallen. Immerhin findet man sie bei der Droge, auch wenn dieselbe nur aus Wedelstielbasen besteht, noch reichlich, besonders an der eingekrümmten Innenseite der letzteren. Wie weiter unten gezeigt wird, sind dieselben von diagnostischer Bedeutung.

Die Ansatzstelle der Wedelstiele ist schmal. Oberhalb derselben verdicken sich dieselben rasch bauchig und verschmälern sich dann allmählich wieder in den eigentlichen langen und dünnen Wedelstiel. Die bauchig erweiterte Basis der Blattstiele ist der Hauptsitz der wirksamen Bestandteile. Die Wedelstielbasen (Phyllopodien) pflegen in der Droge mehr oder weniger hornartig gekrümmt zu sein. Sie sind aufsen glänzend, 2—5 cm lang und ca. 1 cm breit, dunkelbraun bis schwarzbraun und zeigen zwei der Grenze von Bauch- und Rückenseite entsprechende, nicht selten hellere Längsleisten (×, Fig. 7). Im Querschnitte sind sie rundlich, elliptisch oder oval, auf der Rückenseite deutlich stärker gekrümmt, als auf der mehr oder weniger flachen Bauchseite (Fig. 7). Auf der Querschnittfläche erkennt man in dem pistaziengrünen Grundgewebe die 5—10 Bündel, von denen die beiden, die Bauchseite flankierenden bisweilen gröfser sind, als die übrigen. Die Bauchseite ist sonst (aus den oben angeführten Gründen) bündelfrei.

Die Rhizome von Aspidium spinulosum und dessen Form dilatatum zeigen, was den Bau und die Form sowohl der Rhizome wie der Blattstiele betrifft, eine so grofse Übereinstimmung mit Aspidium filix mas, dafs sie mikroskopisch nicht zu unterscheiden sind. Allerdings sind die Rhizome und Wedelstielbasen bei Aspidium spinulosum in der Regel schwächer als die von Aspidium filix mas, aber kräftige Rhizome des ersteren gleichen ganz schwächeren des echten Wurmfarn. Aspidium dilatatum bildet sogar bisweilen kräftigere Rhizome als Aspidium filix mas. Auch die Rhizome von Aspidium cristatum sind äufserlich nicht von Aspidium filix mas zu unterscheiden. Dafs auch die Zahl der Bündel keinen Unterschied bildet, habe ich oben bereits dargethan. Diese Rhizome sind nur durch die Paleae von filix mas zu unterscheiden (vergl. weiter unten).

Leichter möglich ist die Unterscheidung bei den übrigen. So sind die Wedelstielbasen von Athyrium filix femina schwarzbraun, nur auf der Rückenseite bauchig, auf der Bauchseite ganz flach, so dafs der Querschnitt fast ein gleichseitiges Dreieck bildet (Fig. 8). Die Randzone ist viel breiter und in dem Grundgewebe liegen zwei grofse, im Querschnitt hantelförmige Gefäfsbündel.

Auch bei Aspidium montanum, welches überhaupt meist nur sehr zarte Rhizome und Wedelstiele bildet, ist die Unterscheidung leicht, denn abgesehen von einer sehr breiten Randzone sind die beiden Randleisten der Wedelstielbasen kräftig herausmodelliert (Fig. 9) und es sind nur zwei hantelförmige Bündel mit einem auf der Innenseite liegenden braunen Fleck vorhanden.

Etwas schwieriger gestaltet sich die Sache bei Aspidium lobatum, wo zwar auch deutlich eine Bauch- und eine Rückenseite sichtbar ist (Fig. 10), aber eine sehr stark ausgebildete Randschicht und 4—6 derbe Stränge vorhanden sind.

Bei Aspidium rigidum kann man auf dem Querschnitt durch die Wedelstielbasen kaum eine Bauch- und eine Rückenseite unterscheiden, der Querschnitt ist beinahe rund (Fig. 11). Die Zahl der Bündel beträgt 4—6, 3 pflegen gröfser wie die übrigen zu sein.

Auch im Bau des Rhizoms zeigen Aspidium spinulosum, dilatatum und cristatum grofse Übereinstimmung mit Aspidium filix mas. Besonders konnte ich in der Zahl der Bündel, die das Bündelrohr bilden, keinen Unterschied finden.

Wohl aber bilden die Paleae, welche besonders die jüngeren Teile bedecken, aber selbst den abgelösten älteren Blattstielbasen nie ganz fehlen, ein gutes Unterscheidungsmittel aller genannten Farnrhizome. Die Paleae sind Haarorgane, sie entstehen also aus Epidermiszellen. Bei Aspidium filix mas entstehen sie in der Weise, dafs sich zunächst eine Epidermiszelle ausstülpt und diese zur Haarmutterzelle wird. Durch lebhafte Theilung in zwei Richtungen wird sie zu einer meist einschichtig bleibenden Zellfläche (Fig. 13, 14 u. 15), die sowohl an ihrem Rande wie auf ihrer Fläche wieder sekundäre Haarbildungen (Zähne, Öldrüsen) entwickelt (Fig. 14 u. 16). Auch die ursprüngliche Epidermiszelle teilt sich sehr frühzeitig in der Richtung der Fläche der Schuppe, so dafs die fertige Palea nicht nur durch eine Zelle, sondern durch eine Zellreihe mit dem Blattstiel in Verbindung steht (Fig. 14). Die entwickelte zimmtbraune

Palea ist bei Aspidium filix mas meist gestreckt-lanzettlich oder mehr oder weniger breit-lanzettlich mit langer fadenartiger Spitze (Fig. 16). Das wechselt aber selbst bei ein und derselben Pflanze sehr. Es kommen auch schmal-lanzettliche, fast lineale, eilanzettliche, solche mit oder ohne herzförmige Basis, ja sogar fast dreieckige Formen vor.

Das Gleiche gilt von der Form der Paleae bei den übrigen Arten. Es kann daher die Form nicht zur Unterscheidung benutzt werden, wohl aber der Rand, die Zähne, das Fehlen oder Vorhandensein sekundärer Trichome.

Bei den Paleis von Aspidium filix mas sitzen weder am Rande noch an der Fläche Drüsenhaare. Nur an der Basis der Schuppe finden sich bisweilen zwei Drüsenhaare, die schon frühzeitig angelegt werden (*oed*, Fig. 14 u. 16) und ganz den Interzellulardrüsen (vergl. weiter unten) gleichen. Dagegen zeigt der Rand charakteristische, ziemlich lange, spitze Zähne, die meist aus zwei gestreckten Zellen bestehen und oft gegen die Spitze oder die Basis der Schuppe umgebogen sind. Diese Zähne sitzen entweder dem Rande direkt auf oder finden sich an über den Rand hervortretenden, mehr oder weniger breiten Randlappen. Die Spitze der Schuppe endet in eine prosenchymatisch zugespitzte Schuppenzelle. Die derben Wände der Zellen der Schuppe sind gebräunt, ebenso der meist erhaltene Zellkern.

Bei Aspidium spinulosum sind die Schuppen ganzrandig, der etwas buchtige Rand trägt da und dort kleine Drüsenhaare (*oed*, Fig. 17 u. 18), die wie die Interzellulardrüsen aus einer keulenförmigen Zelle bestehen, deren von der abgehobenen Kuticula bedeckter Kopf vom Sekrete überzogen ist. Bei jungen Paleis läuft die Spitze in einen langen einreihigen Fortsatz aus, der oben in eine Öldrüse endet, bei älteren Schuppen ist diese Enddrüse oft obliteriert oder abgefallen.

Bei Aspidium dilatatum und cristatum liegen die Verhältnisse ähnlich wie bei spinulosum. Bei A. cristatum, dessen Paleae meist aus breiter Basis rasch in die lange Spitze auslaufen (Fig. 19) finden sich an dem meistens glatten Rande bisweilen sehr kleine Randzähne und die Drüsen sind oft in geringer Zahl vorhanden.

Bei Aspidium lobatum fehlen diese Haare ganz, aber der Rand der Paleae trägt zahlreiche, sehr unregelmäfsig gestaltete, oft gebogene oder hin und her gekrümmte Zähne (Fig. 21), erscheint daher unregelmäfsig verzerrt (Fig. 20).

Bei Aspidium rigidum ist der Rand der Schuppe spärlich gezähnt und die Zähne sind denen von Asp. filix mas ähnlich, nur kürzer. Am Rande finden sich kleine Drüsenhaare.

Bei Aspidium montanum sind die Schuppen ganzrandig, aber reich besetzt mit Drüsenhaaren. Solche finden sich nicht nur am Rande (Fig. 22), sondern auch auf der Fläche der Paleae. Die Drüsenhaare besitzen zweierlei Gestalt. Die einen, und zwar die kleineren, sind typisch (*oed*, Fig. 22a), die anderen, und zwar die gröfseren, besitzen einen langen, mehrzelligen Stiel (*oed*, Fig. 22a), an dem bisweilen noch ein kleines Drüsenhaar sitzt. Die Spitze der Schuppe läuft ebenfalls in ein Drüsenhaar aus (Fig. 22).

Bei Athyrium filix femina sind die Schuppen an der Basis herz-eiförmig, nach oben schmal-lanzettlich. Sie laufen in eine feine Spitze aus. Sie sind ganzrandig und tragen weder Zähne noch Öldrüsen (Fig. 23).

Es ist daher leicht möglich, die fraglichen Rhizome an der Paleis zu unterscheiden, nur Asp. cristatum und dilatatum lassen unter sich keine Unterschiede erkennen, von Filix mas differieren alle.

Folgende Tabelle veranschaulicht die Verhältnisse:

1. Spreuschuppen ohne Drüsen (oder wenn sie vorhanden sind, nur zwei an der Basis der Schuppe)
   - A. Spreuschuppe ganzrandig — Athyr. filix femina
   - B. „ am Rande mit einfachen, langen, spitzigen Zähnen — Asp. filix mas
   - C. Der Rand der Streuschuppen durch die grofse Zahl vorhandener Zähne vollständig verzerrt — Asp. lobatum
2. Spreuschuppen mit Drüsen
   - A. Rand mit spitzigen Zähnen — Asp. rigidum
   - B. Rand ganz
     - a) Drüsenhaare von einerlei Art; einzellig; nur am Rande der Schuppe — Asp. cristatum, Asp. spinulosum, Asp. dilatatum
     - b) Drüsenhaare von zweierlei Art: kurze, einzellige, wie bei vorigem, und langgestielte grofse; beide nicht nur am Rande, sondern auf der ganzen Schuppenfläche — Asp. montanum.

Der anatomische Bau der Rhizome und Blattstielbasen stimmt in allen wesentlichen Punkten überein. Es sei daher nur der Bau der Blattstielbasen, die ja die Hauptmasse der Droge bilden, beschrieben.

Zu äufsert liegt eine dünnwandige Epidermis (*Ep*, Fig. 24,1 u. 25,1) deren Zellwände dunkel, oft fast schwarz gefärbt erscheinen. Die Zellen derselben sind, wie der radiale (Fig. 27,1) und der tangentiale (Fig. 26,1) Längsschnitt lehrt, etwas in der Längsrichtung gestreckt. Diese Epidermis ist entweder nur einreihig oder mehr- (2—3-)schichtig. Unter derselben folgt eine äufsere Endodermis (*aend*, Fig. 24 u. 25,2). Dieselbe ist mehrschichtig und die gegen Schwefelsäure resistenten Wände ihrer Zellen sind gelbbraun, braun oder tiefbraun, fast schwarz gefärbt. Die äufseren sind dunkler als die inneren gefärbt. Die tiefbraune Färbung der Droge wird durch diese Schicht bedingt. Die innerste Schicht der Wand ist stark quellbar (Fig. 25). Die Zellen tragen den Charakter von Librosclereïden. Sie sind, wie der radiale (Fig. 27) und der tangentiale (Fig. 26) Längsschnitt lehrt, gestreckt, an den Enden mehr oder weniger zugespitzt, oder abgestutzt, meist auf der einen Seite abgestutzt, auf der anderen zugespitzt und mit einfachen, rundlichen oder spaltenförmigen Tüpfeln versehen (Fig. 26,2 u. 27,2). Sie stehen also auf der

Grenze zwischen Bastfasern und Sclereïden, sind also Formen, die ich als Librosclereïden bezeichnet habe.

Auf diese Randschicht folgt nun das den Bündelkreis führende Grundparenchym, welches über die ganze Fläche im wesentlichen den gleichen Bau zeigt. Es sind relativ grofse, im Querschnitt rundliche (Fig. 29), in der Längsrichtung etwas gestreckte, getüpfelte Zellen (Fig. 28 u. 27), die ziemlich grofse Interzellularräume zwischen sich lassen.

Die Zellen führen reichlich kleine, rundliche oder stäbchenartig-gestreckte Stärkekörner (Fig. 30), die eine Länge von 3—15 mik besitzen und in ein körnig-vakuoliges Ölplasma eingebettet sind (Fig. 29, *op*). Das Ölplasma läfst (z. B., wenn man den Schnitt in Osmiumsäure betrachtet), keinerlei Öltröpfchen erkennen. Es schwärzt sich hierbei und zeigt eine körnige Struktur. Läfst man aber zu einem Schnitte Chloral oder Schwefelsäure hinzufliefsen, so treten aus demselben sofort eine Menge kleiner oder gröfserer Öltröpfchen hervor (Fig. 29, *ol*). Das Ölplasma, welches die Stärkekörnchen fest zu Ballen verklebt und bisweilen, besonders in den äufseren Schichten, einen grünlichen Schimmer besitzt, enthält aber auch eine gerbstoffartige Substanz, denn es reagiert auch auf Eisenchlorid. Gerade diese gerbstoffartige Substanz bedingt auch den merkwürdigen Farbenumschlag, den der grünliche Querschnitt durch nicht zu alte Blattbasen erleidet, wenn man Schwefelsäure zufliefsen läfst. Während die Membranen und die Stärke stark quellen, färbt sich der ganze übrige Inhalt allmählich rotbraun. Diese Umwandlung des Filix-Gerbstoffes in Filixrot erfolgt auch bei längerem Liegen des Rhizoms und der Blattbasen, besonders, wenn dieselben geschält waren. Der ganze Querschnitt erscheint alsdann zimmtbraun. Auch die Membranen haben dann durch Infiltration das Filixrot gespeichert. Tränkt man den Schnitt mit Alkohol-Eisenchloridlösung, wäscht mit Wasser aus und läfst Kalkwasser zufliefsen, so färben sich Inhalt und besonders Zellwände rot. Dies tritt übrigens besonders schön bei A. spinulosum ein. Läfst man zu Schnitten, die über Nacht in Äther-Alkohol lagen, Schwefelsäure fliefsen, so bedeckt sich bald der Schnitt mit zahlreichen kleinen derben Kristallen und das Grundplasma wird rotbraun.

Die Interzellularräume sind so zahlreich, dafs die trocknen, fast hornartig harten Blattstielbasen nach Einlegen in Wasser auf das doppelte Volumen anschwellen und ganz weich werden. In diesem Zustande sieht man die Interzellularen schon mit blofsem Auge oder doch mit schwacher Lupe als zahlreiche über die ganze Fläche verteilte Löcher.

Verfolgt man die Wedelstiele weiter nach oben, so schliefst das Gewebe enger zusammen, die Interzellularen verschwinden oder werden klein und die Zahl der Bündel sinkt, z. B. dort, wo die Blattlamina beginnt, auf 5, zwei grofse an der Bauchseite und drei kleinere an der Rückenseite.

In die Interzellularen ragen nun zahlreiche eigenartige Öldrüsen hinein. Dieselben kommen dadurch zustande, dafs eine an einen Interzellularraum grenzende Parenchymzelle gegen den letzteren sich ausstülpt, die Ausstülpung sich durch eine Wand abgliedert und an der Spitze sich keulenförmig verbreitert. Im fertigen Zustande zeigen daher die stets einzellig bleibenden Öldrüsen einen mehr oder weniger langen Stiel und einen kugeligen, von einer Kuticula bedeckten Drüsenkopf. In letzterem entstehen die resinogenen Substanzen. Das Harzsekret aber bildet sich ausschliefslich in dem zwischen der Aufsenwand der Öldrüsen und der die ganze Drüse bedeckenden Kuticula liegenden Partie. Die Bildung geschieht also hier, wie bei allen übrigen Öldrüsen. Das Sekret, welches bei Aspid. filix mas die Filixsäure, bei Asp. spinulosum das Aspidin enthält, überzieht als eine gelbe, in Alkoholäther und Sodalösung lösliche Kappe den ganzen Drüsenkopf, der bei der fertigen Drüse meist gänzlich leer und oft luftführend zu sein pflegt. Das Sekret ist entweder homogen oder vakuolig oder zeigt, wennschon selten, eine radial-strahlige kristallinische Struktur und konzentrische Zonen (Fig. 28 *oed*, 29 × und Fig. 546 der Angewandten Anatomie). In einem Interzellularraume findet sich entweder nur eine Öldrüse oder deren mehrere.

Derartige Drüsen finden sich aufser im Rhizom und den Wedelstielbasen auch in oberirdischen Teilen von Aspidium filix mas, ferner im Rhizom und den Wedelstielresten von Aspidium rigidum, spinulosum, dilatatum, cristatum, athamanticum, marginale und goldieanum. Alle diese können daher als Wurmmittel benutzt werden, denn in den Drüsen haben wir den Sitz der taeniciden Substanzen zu suchen. Die inneren Drüsen fehlen bei Aspidium montanum und lobatum und Athyrium filix femina, deren Gewebe auch keine Interzellularlücken besitzt. Die Zellen liegen hier dicht aneinander, ein derbes Gewebe bildend. A. montanum hat Sekretdrüsen an den Paleis (vergl. oben).

Obwohl die Interzellularlücken bei Aspidium filix mas gröfser sind als die von Aspidium spinulosum, besitzt letzteres doch die gröfseren Interzellulardrüsen.

In das Grundgewebe eingebettet findet sich nun der schon mehrfach erwähnte Kreis von Gefäfsbündeln, von denen die beiden an der Bauchseite liegenden für gewöhnlich etwas breiter sind als die übrigen. Die an die Bündel angrenzenden Parenchymzellen (*y*, Fig. 28 und 29) nehmen, besonders an der dem Bündel benachbarten Wand, häufig eine andere Beschaffenheit an. Die Wand verdickt sich, wird gelb oder gar braun und zeigt reichliche Tüpfelung. Dadurch täuscht diese Zellreihe eine Gefäfsbündelscheide (Kernscheide oder Endodermis) vor.

Die eigentliche Endodermis des Bündels wird aber von einer sehr unscheinbaren Reihe dünner Zellen (*end*, Fig. 28 und 29) gebildet, die das Bündel rings umgiebt. Die Wände dieser Endodermiszellen sind verkorkt. Innen grenzt an die Endodermis eine Reihe etwas gröfserer heller Parenchymzellen (*z*, Fig. 29), die, wie die Stellung ihrer Wände zeigt, aus der gleichen Mutterzelle hervorgehen, wie die Endodermiszellen. Man kann sie als das Perikambium betrachten. Die Bündel sind konzentrisch mit zentralem Gefäfsteil.

Der Siebteil (*sb*, Fig. 24, 28, 29), der den Gefäfsteil rings umgiebt, zeigt an der Aufsenseite des Bündels ein

anderes Aussehn als in der Umgebung der Gefäfse. Die Zellen sind heller (*pph*, Fig. 29), die Wände dicker, im Inhalt findet sich bisweilen Stärke. Man kann diesen Teil als Protophloem bezeichnen. Bei Aspidium athamanticum finden sich an dieser Stelle grofse vortrefflich ausgebildete Siebröhren. Die inneren Partien bilden den eigentlichen Siebteil (*sb*, Fig. 29). Sie enthalten die Siebröhren.

Der Gefäfsteil (*gth*, Fig. 24) besteht zum überwiegenden Teile aus an den Enden zugespitzten Tracheiden. Denn als solche müssen wir die gefäfsartigen Zellen betrachten, da die Durchbrechungen der Querwände fehlen, die die Tracheidenreihe erst zum Gefäfse machen würde. Die Erstlinge des Gefäfsteiles sind zarte Spiraltracheiden (*spt*, Fig. 28). Die Mehrzahl der Tracheiden (*tr*, Fig. 28) besitzt aber eine leiter- oder netzleistenartig verdickte Wand (Leiter- oder Netzleistentracheiden). Ihr Durchmesser beträgt 15—75 mik. Läfst man zu einem Schnitte konzentrierte Schwefelsäure fliefsen, so färbt sich die Wand der Gefäfse rot-violett, als wäre Phloroglucin im Gewebe vorhanden. Doch dürfte diese Reaktion einer Spaltung der Filixsäure ihre Entstehung verdanken, die ja zu den Phlorogluciden in Beziehung steht.

Zwischen den Tracheiden liegt zartwandiges Holzparenchym (*hp*, Fig. 29).

Die Wurzeln, welche hauptsächlich am Grunde der Blattstielbasen, bisweilen auch an basalen Seitenknospen derselben entspringen, sind schwarzbraun. Sie führen in der Mitte ein konzentrisches Bündel mit wenigen, aber relativ weiten Tracheiden. Das Bündel ist ringsum von einem braunen vielreihigen Sclerenchympanzer eng umgeben, den eine wenigschichtige Parenchymhülle umschliefst. Das ganze aufserhalb des Bündels liegende Gewebe ist gebräunt. Die Farbstoffe sitzen auch hier in den Membranen.

Aufser Aspidium filix mas findet in Europa auch das Rhizom von Aspidium spinulosum Sw. viel Verwendung als Bandwurmmittel. Es ist in gewissen Gegenden ebenso häufig wie Aspidium filix mas und wird z. B. in gröfseren Mengen auf Extrakt verarbeitet. In Südafrika wird das Rhizom von Aspidium athamanticum Kunze (Rad. Pannae), in Mexiko und Kalifornien das von Aspidium rigidum Sw., in den vereinigten Staaten das von Aspidium marginale Sw. und Goldieanum Hooker, in Italien das von Aspidium pustulatum Ten. verwendet. Alle diese führen die charakteristischen Sekretdrüsen. Ich halte auch Aspidium dilatatum, das wohl nur eine Form von Aspidium spinulosum ist, und A. cristatum für brauchbar.

Das Pulver.

Im Pulver des Farnrhizoms prävalieren die Stärkekörner, die durch die gelbgrüne Grundmasse meist noch zu Klumpen vereinigt sind. Sie bilden das charakteristische Element des Pulvers. Im Chloralpräparat treten alsdann die Fragmente des Parenchyms, sowie der Tracheidenstränge hervor, vereinzelt auch Teile des braunen äufseren Endoderms. Sehr zahlreich sind die Öltröpfchen.

Tafel 79.

Erklärung der Abbildungen.

Aspidium filix mas: Fig. 1–7, 13–16, 24–30 — Athyrium filix femina: Fig. 8, 24 – Aspidium montanum: Fig. 9, 22, 23 — Aspidium lobatum: Fig. 10, 20, 21 — Aspidium rigidum: Fig. 11 — Aspidium spinulosum: Fig. 12, 17, 18 — Aspidium cristatum: Fig. 19.

Fig. 1. Medianer Längsschnitt durch ein Rhizom.

„ 2. Spitze des Rhizoms. Die Blätter sind mit Ausnahme der obersten entfernt, auf den glatten rhombischen Schnittflächen sind die Bündel sichtbar.

„ 3. Das gleiche wie Fig. 2, doch ist durch Mazeration das Bündelsystem freigelegt, so dafs man die rhombischen Maschen des Bündelnetzes erkennt.

„ 4. Einzelne Maschen des Bündelnetzes aus dem Mazerationspräparate. Die die Maschen bildenden Hauptbündel entsenden Äste in die Blattbasen (Fig. 2—4 mit Benutzung Sachs'scher Figuren).

„ 5. Querschnitt durch ein Rhizom mit 8 Hauptbündeln (Lupenbild).

„ 6. Querschnitt durch ein besonders starkes Rhizom mit 10 Hauptbündeln. Rings um das Rhizom liegen die mitdurchschnittenen Blattstielbasen (Lupenbild).

„ 7. Querschnitt durch eine Blattstielbase von Aspidium filix mas (Lupenbild).

„ 8. Querschnitt durch eine Blattstielbase von Athyrium filix femina.

„ 9. Querschnitt durch eine Blattstielbase von Aspidium montanum.

„ 10. Querschnitt durch eine Blattstielbase von Aspidium lobatum.

„ 11. Querschnitt durch eine Blattstielbase von Aspidium rigidum.

„ 12. Querschnitt durch eine Blattstielbase von Aspidium spinulosum.

„ 13. Junges Entwickelungsstadium einer Palea von Aspidium filix mas.

„ 14. Etwas ältere Palea an der Basis.

Fig. 14a. Rand einer alten Palea.

„ 15. Palea querdurchschnitten.

„ 16. Entwickelte Palea von Asp. filix mas, gestreckte Form.

„ 17. Palea von Aspidium spinulosum mit Randdrüsen.

„ 18. Rand einer Palea von Aspidium spinulosum mit den Drüsen.

„ 19. Palea von Aspidium cristatum.

„ 20. Palea von Aspidium lobatum.

„ 21. Rand einer Palea von Aspidium lobatum.

„ 22. Palea von Aspidium montanum.

„ 22a. Rand einer Palea von Aspidium montanum.

„ 23. Palea von Athyr. filix femina (Fig. 7—12, 13—23 mit Benutzung Lauren'scher Figuren).

„ 24. Querschnitt durch den Rand einer Blattstielbase und durch ein Bündel.

„ 25. Querschnitt durch den Rand einer Blattstielbase, äufserste Partien, in Chloral. Die Zellen der äufseren Endodermis gequollen.

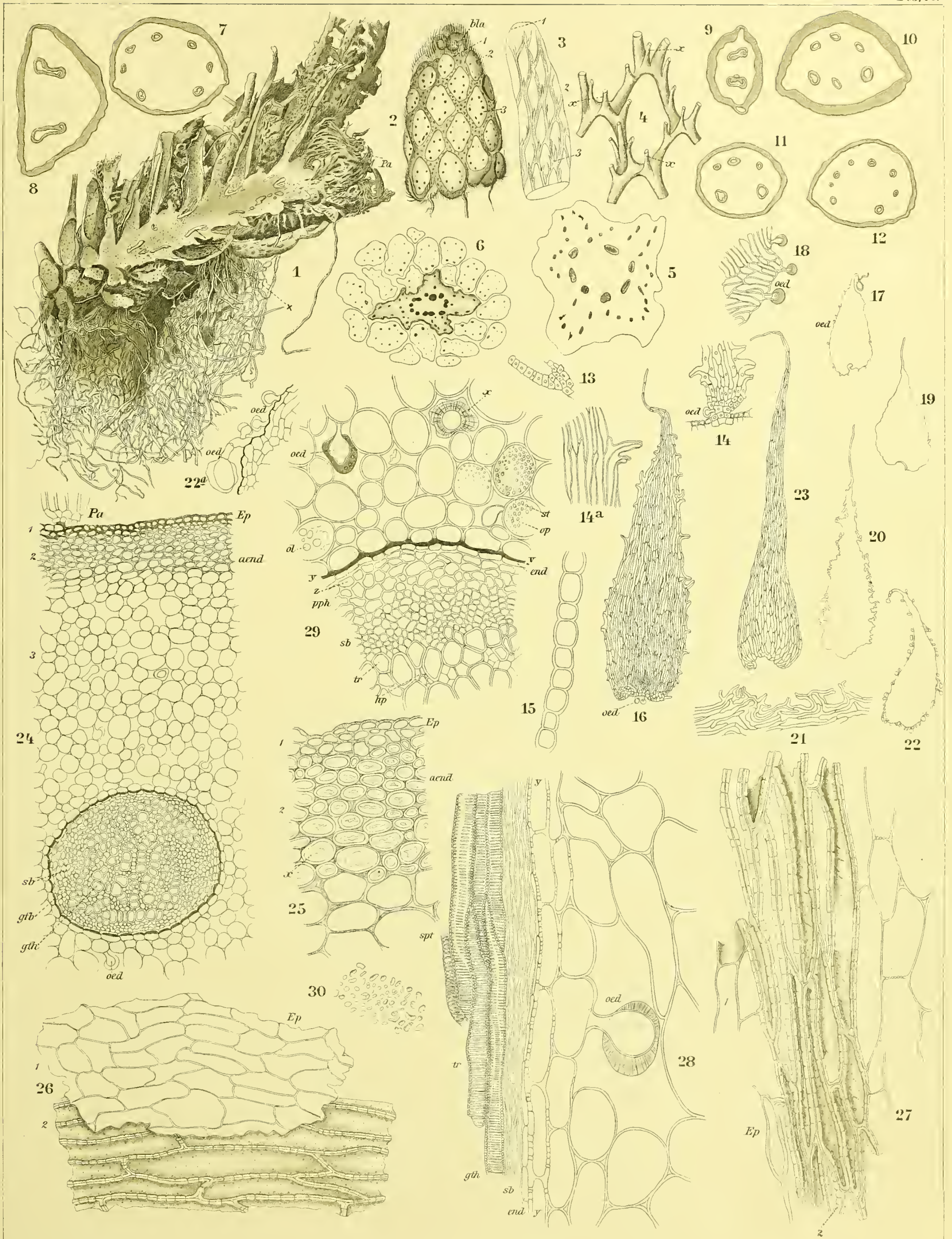
„ 26. Flächenschnitt durch die gleiche Schicht.

„ 27. Radialer Längsschnitt durch die gleiche Schicht.

„ 28. Radialer Längsschnitt durch den Rand eines Gefäfsbündels nebst benachbartem Gewebe.

„ 29. Querschnitt durch den Rand eines Gefäfsbündels und des benachbarten Gewebes.

„ 30. Stärkekörner aus dem Parenchym.



Lith. Anst. v. C. Kirst, Leipzig

Sem. colae.

Kolasamen, Kola- oder Gurunüsse, Kola vrai ou femelle.

Die Kolanüsse des Handels bestehen nach der Ansicht von Schumann vorwiegend aus den Keimlingen von Cola vera K. Schum., denen oft auch solche von Cola acuminata Pal. de Beauv. beigemengt sind. Die grofsen Kolanüsse sollen zur ersteren, die kleinen meist zu der zweiten Art gehören. Die grofsen Kolanüsse bestehen aus zwei grofsen dickfleischigen, die kleinen meist aus vier bis fünf (seltener sechs prismatischen Kotyledonen. Ich habe jedoch aus Buitenzorg unter der Bezeichnung Cola acuminata Blüten und Früchte in allen Entwickelungstadien erhalten, die in keinem wesentlichen Punkte von der echten Cola acuminata abwichen und deren Samen doch nicht vier, sondern nur zwei Cotyledonen besafsen. Da ich ferner im Pariser Jardin des plantes mich davon überzeugen konnte, dafs entgegen der Ansicht Schumann's Cola acuminata P. B. und Cola Ballayi Corn., die mir Cornu in lebenden Exemplaren zeigte, zwei bestimmt von einander verschiedene Pflanzen sind, die schon an den Blättern leicht von einander zu unterscheiden sind, so halte ich die Frage nach der Stammpflanze der sem. colae für noch nicht sicher entschieden. Soweit ich die Sache bis jetzt übersehen kann, liegen die Verhältnisse so, dafs sowohl Cola acuminata als Cola vera Samen mit zwei Cotyledonen besitzen und also grofse Kolanüsse liefern können, dafs dagegen Cola Ballayi Samen mit vier Cotyledonen besitzt, also vielleicht die kleinen Kolanüsse liefert. Ich werde im folgenden an dieser Ansicht festhalten. Die Cola acuminata aus Buitenzorg ist durch den Beisatz: (Hort. bog.) kenntlich gemacht.

Ich verdanke Blüten und Früchte den Herren Prof. K. Schumann, Prof. Treub, Prof. Penzig, K. Dieterich und Th. Christy.

Die beiden Colaarten, C. acuminata und C. vera, unterscheiden sich besonders durch den Fruchtknoten.

Die Blüten der Cola acuminata sind diklin oder polygam. Die männlichen Blüten (Fig. 1) zeigen, um eine Centralsäule regelmäfsig kreisförmig angeordnet (Charakter der Gattung Cola), Stamina, die ein kurzes, dickes Filament und eine zweiteilige Anthere bezw. zwei übereinander stehende Thecae besitzen (*anth*, Fig. 1). Der eine Teil derselben ist nach oben, der andere nach unten gerichtet, so dafs man, wenn man das Gebilde von aufsen betrachtet, den Eindruck erhält, dafs zwei über einander stehende Reihen von Staubgefäfsen vorliegen.

In der Mitte der Staminalscheibe liegt an deren Gipfel ein kleiner Rest des im übrigen abortierten Gynaeceums (×, Fig. 1) in Gestalt mehrerer kurzer Spitzchen. Die Zahl der Kelchblätter beträgt fünf. Die Staminalsäule von Cola vera ist sehr ähnlich der von Cola acuminata. Während aber die Antheren der acuminata rundlich und derb sind (Fig. 1a), sind die von Cola vera (Fig. 1b) ein wenig hornartig nach oben gebogen (Fig. 1b). Dies war wenigstens bei meinem Material deutlich. Ob es immer der Fall ist, mufs an einem gröfseren Material festgestellt werden.

Der Kelch ist gamosepal (Fig. 2). Eine Corolle fehlt. Doch sieht man zwischen Kelch (*Se*, Fig. 6) und Staminalsäule einen Wulst, den man wohl als einen Rest der Corolle betrachten kann. Diesen Wulst findet man sowohl bei den männlichen Blüten als auch bei den weiblichen (×, Fig. 6), sowohl bei Cola vera wie bei Cola acuminata.

Die weiblichen Blüten, die die gleiche Zahl von Kelchblättern besitzen wie die männlichen, zeigen einen derben fünfteiligen Fruchtknoten. Wie ein Querschnitt durch das Gynaeceum (Fig. 7) lehrt, sind die fünf Carpelle nicht mit einander verwachsen, sondern frei, sodafs eigentlich ein Kranz von fünf Fruchtanlagen vorliegt. Eine eigentliche Verwachsung findet auch an der Spitze nicht statt wo die Narben liegen, wohl aber liegen die Carpelle hier sehr dicht aneinander (Fig. 6). An der Basis des Fruchtknotens liegt ein Kranz von Staubfäden (*anth*, Fig. 2, 3, 4, 6, 7), die ganz den gleichen Bau wie bei der männlichen Blüte besitzen, d. h. es finden sich zwei Thecae über einander liegend, beide durch ein derbes Filament mit einander verbunden (Fig. 6), also zwei über einander liegende Halbantherenreihen (Charakter der Untergattung Autocola). Die Antheren enthielten in den von mir untersuchten Fällen Pollenkörner. Ob dieselben aber fähig sind, Befruchtung zu bewirken, ist unentschieden (mehrfach fand ich die Antheren aufgesprungen). Wären sie fertil, dann wäre die Blüte hermaphrodit und es läge Polygamie vor, wenn nicht, weiblich und die Stamina trügen den Charakter von Staminodien.

Die Kelchblätter sind derb und dick. Sie bestehen aus einem stärkeführenden reich durchlüfteten Parenchym, in dem drei kräftige Nerven und zwei bis vier schwächere verlaufen und

welches reichlich von grofsen Schleimzellen durchsetzt ist. Der Rand und die Epidermis der Unterseite tragen zahlreiche Sternhaare (*t*, Fig. 6), einige liegen auch auf der Oberseite. Derartige Sternhaare finden sich bei beiden Colaarten auch auf dem Fruchtknoten (Fig. 7, 8), an den Filamenten und spärlich auch an den Antheren, besonders reichlich aber an den der Corolle entsprechenden Wülsten zwischen den Sepalis und dem Staminalkreise (×, Fig. 6). Schleimzellen, bisweilen auch Schleimhöhlen, finden sich aufser in dem Kelch auch in den Filamenten und im Blütenstiel.

Die fünf Fruchtknotenabteilungen werden von je einem Carpell gebildet (*cp*, Fig. 7 u. 8), welches an der Bauch- oder Innenseite zusammenschliefst, ohne daselbst mit den Rändern fest zu verwachsen (Fig. 8, ×). An der Bauchnaht sitzen zwei Reihen von Ovulis, fünf bis sieben in jeder Reihe über einander (*ov*, Fig. 6), so dafs also 10—14 Samenanlagen auf jedes Carpell entfallen. So war es wenigstens bei Cola acuminata.

Das Carpell besteht aus zartem Parenchym, in welchem, der Mittelrippe entsprechend, ein grofses Bündel (*gfb*, Fig. 8) liegt. In den Seiten finden sich dann kleinere Bündel oder Prokambiumstränge. Die Epidermis trägt Sternhaare in verschiedenen Stadien ihrer Entwickelung (*ta*, *tb*, *tc*, *td*, *te*, *tf*, Fig. 8), die, wenn voll entwickelt, oft bis achtstrahlig werden. Die Ovula sind anatrop und besitzen zwei Integumente (Fig. 8 u. 10). Das innere Integument (*ii*, Fig. 8, 10) bleibt stets stark zurück und schliefst nur selten über dem Nucellus zusammen. Es ist drei bis vier Zellenreihen dick. Das äufsere Integument (*ia*, Fig. 8 u. 10) ist, wie dies die Regel bei den anatropen Ovulis bildet, mit dem Funiculus so vollständig verwachsen, dafs eine Trennungslinie nur an der Spitze des Ovulums zu erkennen ist. An der entgegengesetzten Seite des Ovulums dagegen tritt das äufsere Integument kräftig hervor, greift über das innere Integument und den Nucellus herüber und bildet einen schmalen Mikropylarkanal (Fig. 10). Es besteht aus fünf bis sechs Zellreihen.

Jedes Carpell läuft an der Spitze in eine lange, schmale, an der Basis nach unten gekrümmte fingerförmige Narbe aus (*Na*, Fig. 6), die sich aufsen an das Carpell anlegt (Fig. 2 bis 4). Die Ausbildung der Narbe bildet nun einen wesentlichen Unterschied zwischen Cola acuminata und vera. Bei der letzteren ist sie nämlich nicht fingerförmig, sondern breit schildförmig (Fig. 5), allerdings auch am Carpell aufsen herablaufend.

Die Entwickelung des Fruchtknotens zur Frucht geht nun in der Weise vor sich, dafs die Carpellwand zur Fruchtwand, die Ovula zu Samen werden. Doch abortiert stets eine gröfsere Anzahl der letzteren (*abov*, Fig. 12), so dafs die reife Frucht in jeder Balgkapsel nie 10—14 Samen enthält, sondern eine viel geringere Zahl, bisweilen nur zwei. Die fünf Carpelle gelangen auch nur selten alle zur Entwickelung (Fig. 11, die beiden vorderen sind abgeschnitten). So war es bei Cola acuminata (Hort. bog.).

Oft abortieren eines oder mehrere der Carpelle, so dafs nur zwei bis vier, bisweilen sogar nur eine Balgkapsel reif wird. Die anfangs aufwärts gerichteten Carpelle legen sich auseinanderspreizend horizontal nach aufsen um und bilden die Balgkapseln schliefslich einen um einen Punkt gestellten sternförmigen Kranz (Fig. 11). Die der Narbe entsprechende Spitze der Carpelle erscheint schon bei den jungen Früchten hakenförmig nach unten gekrümmt (×, Fig. 11) und auch die reife Frucht zeigt eine terminale, umgekrümmte Spitze (×, Fig. 15). Zu dieser hin läuft auf der einen Seite eine Rinne, auf der anderen eine Leiste.

Die reifen Balgkapseln (Balgfrüchte) sind sehr verschieden grofs. Ich fand bei Cola acuminata (Hort. bog.) solche von 6—7 cm Länge. Sie sind tiefbraun, gestreckt länglich, aufsen buckelig. Die Fruchtschale ist ziemlich dick (circa 3—7 mm)

Die Anatomie der Fruchtschale von Cola acuminata ist einfach. Sie ist von einer einreihigen Epidermis bedeckt (*Ep*, Fig. 31). Dann folgt ein ziemlich derbwandiges, dichtes, bisweilen Oxalat führendes Parenchym (Fig. 31), in dem die Gefäfsbündel (*gfb*, Fig. 32) ziemlich unregelmäfsig streichen und in welchem, regellos verteilt, sich zahlreiche grofse Schleimzellen finden (*Sch*, Fig. 33). Dieselben sind rundlich oder oval und oft so grofs, dafs sie auf dem frischen Querschnitt als kleine, lichte Tröpfchen erscheinen. Sie sind aber auch bisweilen schlauchartig gestreckt. Stets zeigen sie deutlich entwickelte Schleimmembranen, und zwar gewöhnlich lokale Schleimmembranverdickungen, die oft als lange Zapfen in das Lumen hineinragen und sich beim Präparieren gesondert herauslösen lassen. Sie zeigen deutliche Schichtung und gegen die primäre Membran hin Körnelung. Die inneren Partien der Fruchtwand sind reicher durchlüftet (Fig. 34). Das ganze Gewebe enthält Gerbstoff. Die Sternhaare, welche den Fruchtknoten dicht bedecken (Fig. 8), fallen frühzeitig ab, so dafs die reife Frucht unbehaart erscheint.

Mit der Samenschale ist die Fruchtwand oft auf weite Strecken hin verwachsen, so dafs sich die Samen samt Schale meist nur schwierig und nur unter Verletzung der Fruchtwand aus dem Fruchtfache herauslösen lassen. In den mir zur Verfügung stehenden Früchten von Cola acuminata (Hort. bog.) waren zwei bis sechs Samen vorhanden.

Die Samen sind von einer dicken, oft 1—2 mm starken frisch weifsen, getrocknet braunen Samenschale bedeckt. Einen Arillus habe ich nicht beobachtet. Offenbar hat man das weiche Perisperm dafür gehalten. Auch „weifses, die Samen umhüllendes Fruchtfleisch“ habe ich nicht beobachtet. Wahrscheinlich ist die Samenschale dafür angesehen worden. Die Form der Samen wechselt sehr und wird vielfach durch den verfügbaren Raum bestimmt. Denn da die Samen eng auf einander liegen, so platten sie sich gegen einander ab. Im allgemeinen ist die Form eine rundliche gegen die Fruchtschale hin, eine abgeplattete gegen den benachbarten Samen hin. In jeder Frucht sind gröfsere und kleinere Samen vorhanden, reife rote und unreife gelblich weifse. So schwer der Same sich samt Schale aus der Frucht herauslösen läfst, so leicht lösen sich die Samenkerne aus der Samenschale heraus. Schon beim Durchschneiden der Frucht fallen sie oft heraus.

Der anatomische Bau der reifen Samenschale ist bei Cola acuminata (Hort. bog.) folgender. Zu äufserst liegt eine einreihige Epidermis (*Ep*, Fig. 35 u. 36, 1). Dann folgt ein reich durchlüftetes Parenchym (Fig. 35 u. 36, 2) und dann die Gefäfsbündel führende Schicht (Fig. 35 u. 36, 3). Die Epidermis besteht aus etwas radial gestreckten Zellen, die, von der Fläche betrachtet, geringe Streckungen zeigen (Fig. 36, 1), das durchlüftete Parenchym läfst grofse Interzellularen erkennen (Fig. 36, 2), die Gefäfsbündel führen Ring-, Spiral- und Leitergefäfse (*gf*, Fig. 36). Nach Innen zu wird die Samenschale abgeschlossen durch eine eigenartige Schicht (Fig. 35 u. 37, 4 u. 5), von der man im Zweifel sein kann, wozu sie gehört. Dafs die äufseren Partien 1—3 der Samenschale aus dem äufseren Integumente hervorgehen, ist klar. Ob aber diese innere Schicht aus der inneren Epidermis des äufseren Integumentes oder aus dem inneren Integumente hervorgeht, konnte nur die Entwicklungsgeschichte lehren.

Wie oben erwähnt, besitzt das Ovulum zwei Integumente (Fig. 8 u. 10). Das innere ist von vornherein schmal und schliefst nur selten über dem Nucellus zusammen. Das äufsere ist breit und dick. Leider fehlten mir ganz junge Stadien des Samens. Untersucht man aber einen unreifen Samen, dessen Durchmesser 3—5 mm beträgt, so findet man von dem zweiten Integumente nichts mehr. Es mufs also frühzeitig zu Grunde gehen. Jedenfalls beteiligt es sich nicht am Aufbaue der Samenschale. Bei einem Samen von 3 mm Durchmesser grenzt die junge, aus dem äufseren Integumente hervorgegangene Samenschale (*ss*, Fig. 35a) unmittelbar an das mächtig entwickelte Nucellargewebe (*Nuc*, Fig. 35a). Zwischen beiden liegt nichts. Auch noch Samen von 10 mm Durchmesser zeigen an der inneren Grenze der Samenschale nur eine normale Epidermis. Erst an dem reifen oder nahezu reifen Samen findet man hier eine sehr merkwürdige Bildung. Löst man bei diesem das die Samenschale innen auskleidende Nucellargewebe (Perisperm) ab — es läfst sich als eine zusammenhängende Haut leicht abziehen —, so sieht man auf der Innenseite der Samenschale dunklere Flecke und wenn man dieselben auf Quer- und Flächenschnitten betrachtet, so findet man, dafs sie aus zwei verschiedenen Zellformen bestehen: kleinen, kurzen, verdickten und getüpfelten, sclereidenartigen Zellen (Fig. 35 u. 37, 4) und grofsen, oft schlauchartigen, gestreckten oder verbogenen Zellen mit relativ dünner Wand (Fig. 35 u. 37, 5). Die letzteren schliefsen niemals zu zusammenhängenden Verbänden zusammen (Fig. 37), sondern bilden ein Geflecht durch einander geschlungener Säcke, das nesterartig sich zwischen Samenschale und Nucellargewebe einschiebt und oft gebräunten Inhalt führt. Die kurzen, sclereidenartigen Zellen bilden bisweilen zusammenhängende Gruppen (Fig. 37), oft liegen aber auch sie isoliert. So weit ich aus meinem nicht ganz zureichenden Materiale ermitteln konnte, gehen beide Gebilde aus der inneren Epidermis des äufseren Integumentes hervor. Sie bilden jedenfalls ein sehr charakteristisches Element der Samenschale des reifen Samens. Die Samenschale enthält also aufser diesen eigenartigen „Flecken" verdickter Zellen keinerlei mechanische Elemente. Sie ist daher im frischen Zustande weich und biegsam, im trockenen brüchig.

Innen ist nun die Samenschale ausgekleidet von einer kontinuirlich herumlaufenden, ziemlich dicken hellen Haut. Diese ist der Rest des Nucellargewebes, also als Perisperm anzusprechen Sie besteht (Fig. 35, *Nuc*) aus sehr zarten Zellen, die beim jungen Samen (Fig. 35 a, *Nuc*) reichlich Stärke führen und noch oft einen Zellkern erkennen lassen. Zwischen dieselben sind bisweilen Schleimzellen eingestreut (*Sch*, Fig. 35 a). Bei ganz jungen Samen ist die Schicht oft von grofser Mächtigkeit und erfüllt das ganze Innere des Samens bis auf eine kleine centrale Höhlung, in der der Embryosack liegt. Bei diesen ganz jungen Samen liegt das Perisperm der Samenschale ziemlich fest an. Wohl aber bildet der Embryosack hier ein leicht herauszulösendes, sackartiges Gebilde. Beim reifen Samen ist der Perispermrest relativ schmal (Fig. 35) und die inneren Schichten sind stark zusammengefallen, obliteriert. Die Randschicht des Perisperms besteht aus etwas derberen Zellen (Fig. 35 u. 38, 6), die meist einen bräunlichen Inhalt führen. Die darauf folgende Schicht, die auch beim reifen Samen noch manchmal Stärkereste aufweist, besteht aus zarten, oft reihenartig angeordneten Zellen (Fig. 35 u. 38, 7).

Der Keimling entwickelt sich ziemlich spät. Bei seiner Entwickelung braucht er das Embryosackgewebe vollständig auf, so dafs er unmittelbar an das Perisperm angrenzt.

Der (bei Cola vera und acuminata [Hort. bog.]) aus zwei derben fleischigen Kotyledonen, einer zarten Plumula und einem kegelförmigen Würzelchen bestehende Keimling bildet die grofse Kola des Handels, die frisch entweder eine gelblichweifse oder lebhaft kirschrote, trocken eine kaffeebraune Farbe besitzt. In ein und derselben Frucht finden sich weifse und rote Samen. Letztere scheinen die reiferen zu sein. Die grofsen sind fast immer rot.

Die beiden Kotyledonen, die bei der Droge entweder noch zusammenhängen oder aus einander gefallen sind, sind sehr einfach gebaut. Sie sind beiderseits von einer zusammenhängenden Epidermis bedeckt, die an der Aufsenseite der Kotyledonen aus derben, radial gestreckten Zellen besteht (*Ep*, Fig. 39), die, von der Fläche betrachtet (Fig. 40, *Ep*), ziemlich kleinzellig erscheinen und bei starker Vergröfserung (Fig. 41) eine deutliche Tüpfelung der Seitenwände erkennen lassen. Die Epidermis der Innenseite der Cotyledonen, d. h. der Seite, mit der dieselben auf einander liegen, besteht aus mehr quadratischen, zarteren Zellen. Die Zellen des Grundgewebes sind rundlich und parenchymatisch (Fig. 39, 40, 42) und dicht mit Stärkekörnern erfüllt.

Die Stärkekörner (Fig. 43) sind gestreckt eiförmig, rundlich oder keulenförmig, bisweilen mit einem Spalt versehen, oft deutlich geschichtet. Der Kern liegt am breiteren Ende. Die grofsen messen 18—28 mik im Längsdurchmesser, die kleineren 5—10 mik. Sie werden von kleineren rundlichen

oder gestreckten, einfachen oder zusammengesetzten Körnern begleitet.

Aufser der Stärke enthalten die Zellen noch Zucker und das Coffeinkolatannat in Lösung und bei den roten Samen einen roten Zellsaft. Besonders die Randschichten führen hier viel roten Zellsaft, die mittleren Partien weniger. Stets finden sich neben roten farblose Zellen. Es scheint fast, als ob gewisse Zellen reicher an Coffeintannat sind als andere, denn man findet, wenn man einen Schnitt durch frische Kotyledonen (ich verdanke Th. Christy & Co. frische Kolanüsse) in Osmiumsäure legt, dafs regellos verteilte Zellen des Grundgewebes sich tiefer färben als die übrigen.

Sehr leicht läfst sich das Coffein in dem Kotyledonargewebe mikrochemisch nachweisen. Legt man einen Schnitt in konc. Salzsäure und erhitzt diese, so färbt sich der Schnitt sofort rotbraun. Fügt man nun zu dem Schnitte einen Tropfen 3 proz. Goldchloridlösung, schiebt den Schnitt bei Seite und läfst den Tropfen eintrocknen, so schiefsen vom Rande her die charakteristischen, zu baumartigen Gebilden vereinigten Coffein-Goldchloridnadeln an (Fig. 44). Der Versuch gelingt auch ohne Erwärmen. Erhitzt man einen Schnitt mit einem Tropfen Kalilauge und läfst nach Beiseiteschieben des Schnittes den Tropfen eintrocknen, so kristallisieren feine isolierte Nädelchen von Coffein aus (Fig. 45).

Der Coffeinkolatannat, eine Verbindung des Coffeins mit dem Kolatannin ($C_6H_3(CH_3)(OH)_3 — CO.O — C_6H_3(CH_3)(OCH_3)(OH)_2$) ist eine sehr leicht durch in der Kolanufs enthaltene Fermente bei Luftzutritt in Gegenwart von Wasser zersetzliche Verbindung. Durchschneidet man eine frische Kolanufs, so färbt sich der anfangs farblose (oder rötliche) Querschnitt schon nach wenigen Minuten rotbraun, ganz ähnlich, wie ich dies bei frischer Chinarinde beschrieben habe. Es geschieht dies unter Spaltung des Coffeinkolatannates und Bildung von Kolarot. Diese Spaltung erfolgt auch beim Trocknen der Kolanüsse, wobei sich dieselben kaffeebraun färben. Sie kann verhindert werden durch Einlegen in Glycerin oder Erhitzen auf 65° oder Einlegen in siedenden Alkohol. Durchschneidet man eine frische Kolanufs unter Glycerin oder bringt frisch hergestellte Schnitzel von frischer Kola direkt in siedenden Alkohol, so färbt sich die Schnittfläche nicht rotbraun, sondern bleibt farblos (oder rötlich), auch wenn man sie nachträglich aus dem Medium herausnimmt und an der Luft liegen läfst. Bringt man eine frische Kolanufs in Wasser von 65° und läfst sie darin eine halbe Stunde, so kann man sie dann nach dem Herausnehmen durchschneiden, ohne dafs die Schnittfläche sich rotbraun färbt. Alles dies deutet darauf, dafs bei der Rötung ein Ferment im Spiele ist.

In kaltem Alkohol lassen sich die Kotyledonen nicht unverändert konservieren, sie werden bald rotbraun; auch Formol wirkt nicht viel besser.

Beim Absterben der Zellen gelegentlich des Trocknens der Früchte dringt das Kolatannin in die Membranen der Zellen und diese färben sich durch Kolarot gelbrot. So erscheinen denn die Membranen aller Kotyledonarzellen bei der Droge gefärbt und geben mit Eisenchlorid Gerbstoffreaktion. Der krautige, stark adstringierende und etwas bittere und unangenehme Geschmack des frischen Samenkerns macht beim Trocknen einem angenehmen, cacaoartigen, aromatisch-bitterlichen Geschmacke Platz. In feuchtes Guttaperchapapier gewickelt, hielten sich die Samen in verschlossener Blechkapsel wochenlang frisch. Ich habe von Th. Christy mir gütigst gesandte frische Samen ohne Schwierigkeit sogar zum Keimen gebracht. Die daraus erzogenen Pflanzen entwickeln sich langsam aber normal.

Auch Theobromin-Kolatannat ist in der Kola enthalten.

Eingebettet in das Stärke und Coffeinkolatannat führende Grundgewebe der Kotyledonen finden sich nicht eben sehr zahlreiche Gefäfsbündel; auf der konvexen Aufsenseite etwa 12 in seichtem Bogen angeordnete gröfsere, auf der mehr oder weniger flachen Innenseite eine Anzahl zarterer (Fig. 22). Die gröfseren derselben (Fig. 42) zeigen einen eigenartigen Bau. Die Gefäfse sind nämlich bei ihnen radialstrahlig angeordnet. Von einem centralen Punkte strahlen bis zehn Reihen Gefäfse aus, der Siebteil liegt peripher und ist oft stark obliteriert (*sb*, Fig. 42).

Die Zahl der Kotyledonen beträgt bei der Handelskola und bei der Cola acuminata (Hort. bog.) in der Regel zwei. Ich habe bei Durchmusterung eines grofsen Materiales so gut wie ausnahmslos diese Zahl konstatiert. Es kommen aber auch drei vor. Oftmals ist einer der Kotyledonen gröfser als der andere. Fast ausnahmslos ist die innere Begrenzungsfläche, mit der die Kotyledonen auf einander liegen, gekrümmt (Fig. 16, 18, 19, 20, 21, 22). An der Begrenzungslinie der beiden Kotyledonen läuft entweder dicht an derselben streichend (×, Fig. 20), oder etwas davon entfernt ($\times_1$, Fig. 20) ein 1 mm breiter, brauner Streifen, der sich gegen die Basis des Samens, wo die Radicula liegt, auf 2 mm verbreitert und gegen die Samenspitze hin verschmälert. Derselbe giebt den frischen Samen ein höchst charakteristisches Aussehn (Fig. 20), ist aber an den trockenen fast gar nicht mehr zu sehen. Er hebt sich wenigstens nur undeutlich von der übrigen Kotyledonaroberfläche ab (Fig. 16 u. 19), da beim Trocknen das Ganze braun wird. Der braune Streifen besteht aus stark gebräunten Zellen, die durch eine Korkschicht gegen das übrige Gewebe abgegrenzt sind. Die Gröfse der Samen wechselt aufserordentlich (Fig. 16, 18, 19). Ich besitze solche von 45 mm Länge neben solchen, die nur 20 mm messen. Zum Teil mag dies daher kommen, dafs Samen verschiedenen Reifegrades in der Droge sich finden, dann aber auch, dafs die Gröfse der Samen selbst wechselt, vielleicht auch bei vera und acuminata verschieden ist. Die Form der Keimlinge wechselt auch aufserordentlich. Die beiden häufigsten Formentypen sind die ovale (Fig. 19) und die breite (Fig. 16). Zwischen ihnen finden sich aber alle möglichen Zwischenformen.

Betrachtet man den Keimling von unten (Fig. 20), so sieht man, dafs rechtwinklig zu der Spaltfläche der Kotyledonen noch ein zweiter Spalt an der Basis des Keimlings sich findet

(*y*, Fig. 20). Derselbe geht aber nicht tief und reicht nur bis zu der kleinen Höhle in der Radicula und Plumula (*Rad* u. *pl*, Fig. 21) liegen. Er dient zur Sicherung der Keimung und ermöglicht ein bequemeres Hervordringen von Radicula und Federchen (Fig. 22b). Ich nenne ihn daher Keimspalt.

Die Zahl der Kotyledonen bildet ein wichtiges Unterscheidungsmerkmal zwischen Cola vera und Cola Ballayi. Während (vergl. oben) bei Cola vera der Regel nach nur zwei Kotyledonen sich finden, besitzt Cola Ballayi mindestens deren vier oder noch mehr (Fig. 17). Samenkerne von Cola Ballayi sind daher in der Droge leicht aufzufinden. Sie sind übrigens meist auch schon an ihrer Kleinheit kenntlich und daran, dafs die Kotyledonen im Querschnitt fast dreikantig sind. Jedoch sind die grofsen Samen von Cola Ballayi oft gröfser als die kleinen von Cola vera. Die Trennung in grofse und kleine Kola ist daher nicht glücklich.

Mit der Zahl der Kotyledonen hängt denn auch die verschiedene Keimungsart zusammen. Während bei Cola vera und acuminata sich Radicula und Plumula aus dem oben erwähnten Spalt hervorschieben (Fig. 22 b) und die Kotyledonen anfangs nicht aus einander klaffen, legen sich bei Cola Ballayi die vier Cotyledonen spreizend aus einander, der Plumula Platz schaffend (Fig. 22a).

Bricht man einen Keimling aus einander, so findet man an der Samenbasis Plumula und Radicula (Fig. 21, 23, 23a, 24, 25—28), die auch bei der roten Kolanufs gelblich gefärbt sind. Dieselben liegen in einer nach aufsen sich öffnenden kleinen Höhlung. Die Befestigung an den Kotyledonen erfolgt an der Grenze von Plumula und Radicula (×, Fig. 23, 23a, 28). Die gegen die Samenbasis und den dort befindlichen Spalt (*y*, Fig. 21) gerichtete Radicula (*Rad*) ist meist gröfser als die Plumula (*Pl*), stumpf-kegelförmig und an der Spitze mit einer braunen Kappe bedeckt. Aufsen ist die Radicula reichlich mit Haaren bedeckt. Dieselben sind zweierlei Art. Einmal finden sich auch hier die charakteristischen Sternhaare (Fig. 29) oft mit gebräuntem Inhalt und sodann findet man einreihige, mehrzellige Etagenhaare (Fig. 30), die etwas an die sogenannten Mitscherlich'schen Körperchen, die Haare des Cacaosamens erinnern. Diese beiden Haarbildungen sind auch im Colapulver aufzufinden. Das Gewebe der Radicula ist meristematisch. Bisweilen finden sich in ihm Oxalatdrusen. Die Zellen der oben erwähnten Kappe (*Ka*, Fig. 24) führen braunen Inhalt. Ein zarter Gefäfsbündelring (*gfb*, Fig. 23, 23a, 24, 26) trennt eine centrale Partie von der Rinde. Die Plumula ist meist kurz (Fig. 23a u. 24) und kegelförmig. Der flache Vegetationspunkt ist bedeckt von den kurzen Blattanlagen. Da die Kola leicht keimt, so findet man bisweilen das erste Keimungsstadium in der Droge (Fig. 23). Dasselbe erkennt man an der Streckung der Plumula und der Differenzierung ihrer Spitze. Das Gewebe der Plumula ist meristematisch. Die jungen Blattanlagen tragen dieselben Haarorgane wie die Radicula (*t*, Fig. 23a u. 24). Bisweilen fand ich einmal die Plumula unbehaart und die Radicula frei von Sternhaaren und nur mit den Reihenhaaren besetzt.

Tafel 80 a u. b.

Erklärung der Abbildungen.

(Cola vera Schum. Fig. 1, 1b u. 5; Cola acuminata P. B. Fig. 1a, 2–4, 6–10; Cola acuminata (Hort. bog.) Fig. 11–15, 22, 31–38; Cola Ballayi Fig. 22a; Grosse Kola frisch Fig. 20, 21, 22b, 23, 23a, 24–28, 29–30; Grosse Cola, Handelsware Fig 16, 18, 19, 39–45; Kleine Cola, Handelsware Fig 17.)

Fig 1. Noch ungeöffnete männliche Blüte von Cola vera, längs durchschnitten.

„ 1a. Staminalsäule von Cola acuminata.

„ 1b. Staminalsäule von Cola vera, längs durchschnitten.

„ 2. Weibliche bezw. hermaphrodite Blüte von Cola acuminata, die vorderen Kelchblätter fortpräpariert.

„ 3. Dasselbe, alle Kelchblätter fortpräpariert, um den Fruchtknoten und den Staminalkranz deutlicher hervortreten zu lassen.

„ 4. Noch geschlossene weibliche Blüte von Cola acuminata, längs durchschnitten.

„ 5. Weibliche bezw. hermaphrodite Blüte von Cola vera, die Kelchblätter fortpräpariert.

„ 6. Weibliche bezw. hermaphrodite Blüte von Cola acuminata, längs durchschnitten.

„ 7. Dasselbe an der Basis, dort wo der Staminalkranz liegt, quer durchschnitten.

„ 8. Querschnitt durch einen Fruchtknotenabschnitt, ein Carpell von Cola acuminata.

„ 9. Sternhaar von demselben

„ 10. Ein Ovulum von Cola acuminata, längs durchschnitten.

„ 11. Junge, unentwickelte Frucht von Cola acuminata (Hort. bog.), die 5 Balgkapseln bereits gespreizt, die beiden vorderen ($\times_1$) abgetragen.

„ 12. Reife Balgkapsel von Cola acuminata (Hort. bog.), geöffnet, mit 3 abortierten Samenanlagen (*abor*).

„ 13. Kleine Balgkapsel mit 4 Samen von Cola acuminata (Hort. bog.), kurz vor der Reife, quer durchschnitten. Nach einer Photographie.

„ 14. Dieselbe von aufsen. Dimensionen: Länge 7,5 cm, Breite 5 cm, Dicke 4 cm. Nach einer Photographie.

„ 15. Grofse Balgkapsel von Cola acuminata (Hort. bog.), längs durchschnitten. × bezeichnet den Sitz der Narbe.

„ 16. Grofse, zweiteilige Colanufs aus dem Handelsmaterial. Der aus der Samenschale herausgelöste Keimling.

„ 17. Kleine, vierteilige Colanufs aus dem Handelsmaterial.

„ 18 u. 19. Kleinere Formen der zweiteiligen Colanufs aus dem Handelsmaterial.

„ 20. Ein frischer Samenkern (Keimling) von unten gesehen. Aufser der die beiden Kotyledonen trennenden Spalte ist auch der Keimspalt (*y*) sichtbar.

„ 21 Ein frischer Samenkern (Keimling) aufgebrochen, das vordere Kotyledon ist abgelöst. Radicula und Plumula sowie der Keimspalt werden sichtbar.

Fig. 22 Querschnitt durch einen mit der Samenschale bedeckten Samen von Cola acuminata. (Hort. bog.). Lupenbild.

„ 22a. Keimender Samenkern von Cola Ballayi.

„ 22b. Keimender Samenkern von Cola acuminata (a u. b mit Benutzung Heckel'scher und Schumann'scher Figuren.)

„ 23. Erstes Keimungsstadium von Cola acuminata und vera, Plumula gestreckt. Die Figur zeigt zugleich die Ansatzstelle von Plumula und Radicula an die beiden Kotyledonen (×).

„ 23a. Radialer medianer Längsschnitt durch Radicula und Plumula.

„ 24. Dasselbe, tangentialer medianer Längsschnitt.

„ 25–28. Succedane Querschnitte durch die Basis des Samenkerns. In Fig. 25 ist die Radicula an ihrer Spitze getroffen, in Fig. 26 an ihrer Basis; Fig 27 zeigt die Stelle, wo Radicula und Plumula in einander übergehen und (bei ×) mit den Kotyledonen verwachsen sind. Fig. 28 zeigt die quer durchschnittene Plumula.

„ 29. Sternhaare von der Plumula und Radicula.

„ 30. Reihenhaare von der gleichen Stelle.

„ 31. Querschnitt aus der Randschicht der Fruchtschale von Cola acuminata (Hort. bog.).

„ 32. Querschnitt aus der Gefäfsbündelschicht.

„ 33. Schleimzelle aus dem Mesokarp.

„ 34. Querschnitt aus der inneren Partie der Fruchtschale von Cola acuminata (Hort. bog.).

„ 35. Querschnitt durch die Samenschale eines reifen Samens von Cola acuminata (Hort. bog.) nebst anliegendem Perisperm (*Nuc*).

„ 35a. Querschnitt durch die innerste Schicht der Samenschale und die äufsere des Nucellus eines ganz jungen Samens.

„ 36. Flächenschnitte durch die äufseren (1) und mittleren (2 u. 3) Schichten der Samenschale.

„ 37. Flächenschnitt durch die innerste Schicht der Samenschale.

„ 38. Flächenschnitt durch das Perisperm.

„ 39. Querschnitt durch die Randschicht des Kotyledon (Kolanufs).

„ 40. Flächenschnitte durch die Rand- und Mittelschicht des Kotyledon.

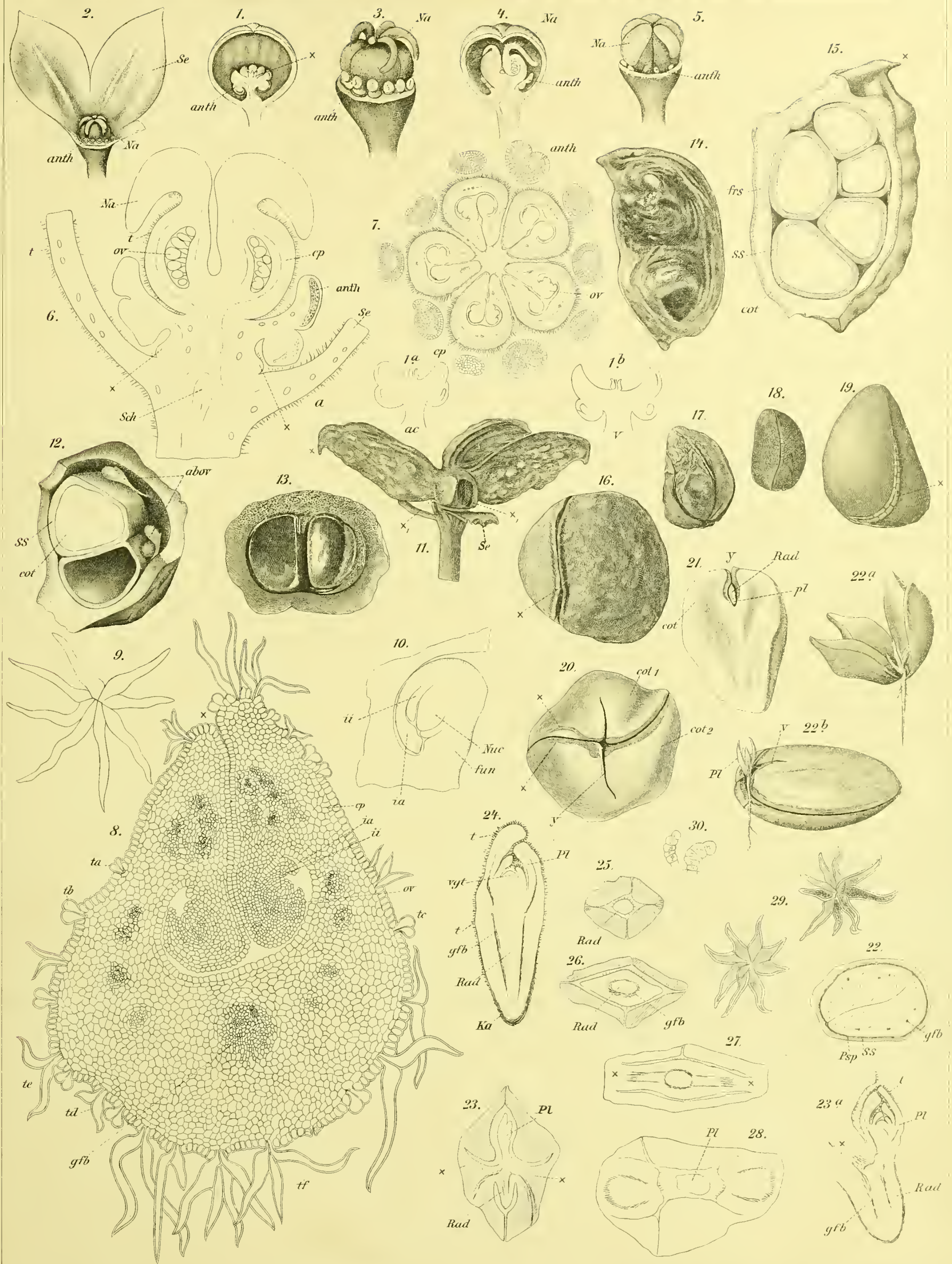
„ 41. Epidermis des Kotyledon von der Fläche gesehen, stärker vergröfsert wie in Fig. 40.

„ 42. Ein Hauptgefäfsbündel aus dem Kotyledon, quer durchschnitten.

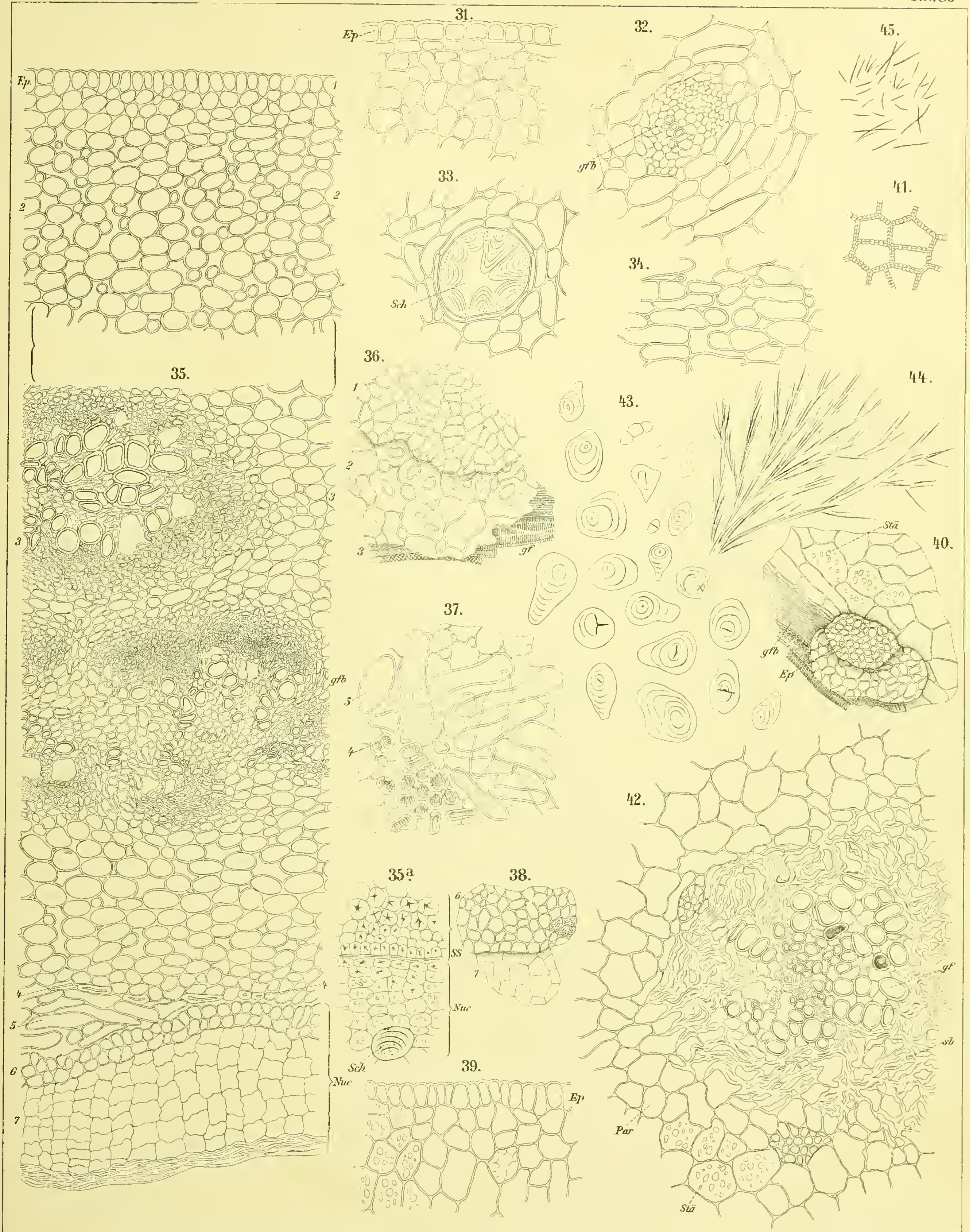
„ 43. Stärkekörner aus den Kotyledonen der Kolanufs.

„ 44. Coffein-Goldchloridkristalle (vergl. den Text).

„ 45. Coffeinkristalle (vergl. den Text).



1.
1a
1b
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.
12.
13.
14.
15.
16.
17.
18.
19.
20.
21.
22.
22a
22b
23.
23a
24.
25.
26.
27.
28.
29.
30.
Se
Na
anth
ov
cp
t
Sch
a
ac
abov
ss
cot
frs
Rad
pl
Pl
cot 1
cot 2
y
v
ii
ia
Nuc
fun
ja
ta
tb
tc
td
te
tf
gfb
vgt
Ka
Psp



Lith. Anst. v. C. Kirst Leipz.

16